

**DIE VERBETERING VAN DIE BENUTTING VAN LAEGRAADSE RUVOER
VIR WOL- EN VLEISPRODUKSIE DEUR AANVULLING VAN BESKERMDE
PROTEÏENBRONNE EN/OF AMINOSURE**

Deur

WILLEM JACOBUS BURGER

TESIS INGELEWER TER VOLDOENING AAN DIE VEREISTES VIR DIE GRAAD
VAN
MAGISTER IN LANDBOUWETENSKAPPE
(VEEKUNDE WETENSKAPPE)
AAN DIE UNIVERSITEIT VAN STELLENBOSCH

Studieleier:

C.W. Cruywagen, D.Sc. (Agric)
Departement Veekundige Wetenskappe
Universiteit van Stellenbosch

Mede Studieleier:

J. Coetzee, Ph.D (Agric)
Voermol, Stellenbosch

Maart 2002

STELLENBOSCH

Verklaring

Ek die ondergetekene verklaar hiermee dat die werk in hierdie tesis vervat, my eie oorspronklike werk is wat nog nie vantevore in die geheel of gedeeltelik by enige ander universiteit ter verkryging van 'n graad voorgelê is nie.

SAMEVATTING

Die verbetering van die benutting van laegraadse ruvoer vir wol- en vleisproduksie deur aanvulling van beskermde proteïenbronne en/of aminosure

Deur

Willem Jacobus Burger

Studieleier: Prof C.W. Cruywagen
Departement: Veekunde Wetenskappe
Fakulteit: Landbouwetenskappe
Universiteit: Stellenbosch
Graad: MScAgric

Die benutting van strooi as 'n laegraadse ruvoer deur die jong groeiende herkouer is 'n algemene praktyk wat in die Weskaap toegepas word. Produksie is egter laag en aanvulling van beperkende voedingstowwe is dus noodsaaklik. Saam met kleingrane word proteïenbronne meestal as aanvulling gebruik. Vir hoë produksie is dit dikwels nodig om proteïen aan te vul wat teen ruminale afbraak beskerm word. Die formaldehydbehandeling (0.86 g formaldehyd per 100 g proteïen) van sonneblomoliekoekmeel (SBOKM) is alreeds baie suksesvol toegepas vir die beskerming van proteïen teen ruminale afbraak. Deur metionien met dimetielmaleïelsuuranhidried te beskerm, is wolproduksie verhoog. Die studie het die effek van aanvulling van ureum, SBOKM en formaldehydbehandelde SBOKM (FSBOKM) saam met geen metionien, metionien en 2,3 - dimetielmaleïelmetionien (MMM) op droëmateriaal (DM) -inname, wolproduksie en liggaamsmassaverandering ondersoek. Die DM-inname van jong Merinohamels op 'n hawerstrooi en gars (1.1% van liggaamsmassa) dieet is verhoog ($P < 0.05$) deur die aanvulling van SBOKM en FSBOKM (949 & 935 vs 848 g/s/d). Die DM-inname is egter met 9 % verlaag ($P < 0.05$) deur aanvulling van MMM. Die

aanvulling van FSBOKM het die liggaamsmassatoename verhoog ($P < 0.05$) van 19 na 44 g/s/d. Wolproduksie is met 38% ($P < 0.05$) deur MMM-aanvulling verhoog. Die skynbare verteerbaarheid van ruproteïen (RP) by die ureumbehandeling is verhoog ($P < 0.05$) met metionienaanvulling teenoor geen metionienaanvulling (67.28 vs. 71.23%). By SBOKM (63.71 en 64.96 vs. 70.15%) en FSBOKM-behandelings (66.39 en 66.26 vs. 70.89%) is skynbare verteerbaarheid van RP verhoog ($P < 0.05$) met MMM-aanvulling teenoor metionien- of geen-metionienaanvulling. By SBOKM (61.01 en 65.65 vs. 48.33%) en FSBOKM-behandelings (60.93 en 63.83 vs. 38.14%) is skynbare verteerbaarheid van vet verlaag ($P < 0.05$) met MMM-aanvulling teenoor metionien- of geen metionienaanvulling. By SBOKM (-0.15 en 5.41 vs. 4.62 g/s/d) en FSBOKM-bahandelings (2.93 en 5.60 vs. 6.02 g/s/d) is skynbare N-balans verlaag ($P < 0.05$) met MMM-aanvulling teenoor metionien- of geen-metionienaanvulling. Die effektiewe verteerbaarheid van DM en RP van gars en effektiewe verteerbaarheid van DM van strooi is nie beïnvloed ($P > 0.05$) deur die aanvulling van proteïen nie. Die verhoogde produksie kan dus geassosieer word met 'n verhoogde voorsiening van aminosure in die SVK deur aanvulling en nie weens verbetering in die rumenfunksie nie.

ABSTRACT

Improving the nutritional value of low quality roughage for wool and mutton production with supplementing protected protein and/or amino-acids

By

Willem Jacobus Burger

Supervisor: Prof C.W. Cruywagen
Department: Animal Science
Faculty: Agricultural Science
University: Stellenbosch
Degree: MScAgric

Low quality roughage is often used in the Western Cape as the only source of roughage for the young growing ruminant. Production levels of these animals is unsatisfactory and therefore supplementation is required. It is necessary when small grains are fed to also include protein sources in the diets. For high production, these protein sources must also be protected against rumen degradation. Good results are reported with the treatment of sunflower oilcakemeal (SFOCM) with formaldehyde (0.86 g formaldehyde per 100 g protein). Protecting methionine with 2-methyl maleic anhydride results in an increase in wool production. This study looked at the effect on dry matter intake (DM-intake), wool production and live weight change with supplementing a low quality diet with urea, SFOCM and formaldehyde protected SFOCM (FSFOCM). These diets where also supplemented with no methionine, methionine and 2-methyl maleyl methionine (MMM). The DM-intake of total diet are increased ($P<0.05$) with the supplementing of oats straw and barley (1.1% of live weight) diet with SFOCM and FSFOCM (949 & 935 vs 848 g/s/d). Supplementing MMM decreased ($P<0.05$) the DM-intake with 9 %. Supplementing FSFOCM increased ($P<0.05$) live weight change from 19 to 44 g/s/d.

Wool production are increased ($P < 0.05$) with 38 % with supplementation of MMM. The apparent digestibility of crude protein (CP) of the urea diet are increased ($P < 0.05$) by supplementing methionine when compared with no methionine supplementation (67.28 vs. 71.23 %). The apparent digestibility of crude protein (CP) of the SFOCM diet (63.71 and 64.96 vs. 70.15 %) and FSFOCM diet (66.39 and 66.26 vs. 70.89 %) are increased ($P < 0.05$) by supplementing MMM when compared with no methionine and methionine supplementation. The apparent digestibility of fat of the SFOCM diet (61.01 and 65.65 vs. 48.33 %) and FSFOCM diet (60.93 and 63.83 vs. 38.14 %) are decreased ($P < 0.05$) by supplementing MMM when compared with no methionine and methionine supplementation. The apparent nitrogen balance of the SFOCM diet (-0.15 and 5.41 vs. 4.62 g/s/d) and FSFOCM diet (2.93 and 5.60 vs. 6.02 g/s/d) are increased ($P < 0.05$) by supplementing MMM when compared with no methionine and methionine supplementation. The DM- and CP-degradability of barley and DM-degradability of oats straw did not differ ($P < 0.05$) between different protein treatments. The higher production with the supplementation of amino acids and proteins can be associated with more amino acids available in the lower digestibility tract and not as a result of better rumen function.

INHOUDSOPGAWE

	Bladsy
VOORWOORD	
1. Hoofstuk 1	1
Algemene inleiding	
1.1 Die aanvulling van ruproteïen aan jong skape	2
1.2 Die aanvulling van aminosure aan jong skape	3
1.2.1 Die effek van aminosuuraanvulling op mikroörganismes	8
1.2.2 Die effek van aminosuuraanvulling op mikrobiese fermentering en die produkte in die retikulorumen	9
1.2.3 Metabolisme van geabsorbeerde aminosure	11
1.3 Die beskerming van proteïen teen ruminale afbraak	12
1.3.1 Fisiese metodes	13
1.3.2 Chemiese metodes	13
1.3.2.1 Formaldehydbehandeling	13
1.4 Metodes vir beskerming van aminosure teen ruminale afbraak	19
1.4.1 Metionienhidroksie analoë	21
1.4.2 Asileringsreaksies	22
1.4.2.1 Maleïensuuranhidried	22
1.4.2.2 Dimetielmaleïensuuranhidried	23
1.4.3 Inkapsulering van aminosure	23
1.4.4 Mikrosfere	23
1.4.5 Triglisieriedes	24
1.4.6 Kaolien	24
1.5 Aminosuurbehoefte van skape	24
1.6 Die benutting van laegraadse ruvoer	25
1.6.1 Balansering van dieet met voedingstowwe wat essensieel is vir mikrobies	28

1.6.2	Die aanvulling van voedingsbronne saam met swak kwaliteit ruvoer	34
1.6.2.1	Aanvulling van ureum en 'n maklik fermenteerbare energiebron	36
1.6.2.2	Aanvulling van kleingrane	41
1.6.2.3	Aanvulling van verrykte kleingrane	45
1.6.2.4	Aanvulling van kleingrane saam met proteïenbronne	49
1.6.2.5	Aanvulling van deurvloeivoedingstowwe	50
1.6.2.6	Aanvulling van metionien	51
1.7	Gevolgtrekking	54
1.8	Verwysings	56
2.	Hoofstuk 2	74
	Die effek van die aanvulling van metionien of beskermde metionien saam met verskillende proteïenbronne op wolgroei en liggaamsmassatoename by jong Merinoskape wat 'n lae kwaliteit ruvoer ontvang	
2.1	Opsomming	74
2.2	Inleiding	75
2.3	Hipotese	76
2.4	Materiaal en metodes	76
2.4.1	Proefiere	76
2.4.2	Proefdiëte	77
2.4.3	Proefontwerp	77
2.4.4	Statistiese ontleding	78
2.5	Resultate en bespreking	79
2.6	Gevolgtrekking	85
2.7	Verwysings	87

3.	Hoofstuk 3	98
	Die effek van die aanvulling van metionien of beskermde metionien saam met 'n proteïenbron op stikstofbalans en skynbare verteerbaarheid van nutriënte van jong Merinoskape wat 'n lae kwaliteit ruvoer ontvang	
3.1	Opsomming	98
3.2	Inleiding	99
3.3	Hipotese	100
3.4	Materiaal en metodes	100
	3.4.1 Proefdiere	100
	3.4.2 Proefontwerp	101
	3.4.3 Statistiese ontleding	101
3.5	Resultate en bespreking	101
	3.5.1 Die skynbare verteerbaarheid	101
	3.5.2 Stikstofbalans	103
3.6	Gevolgtrekking	105
3.7	Verwysings	107
4.	Hoofstuk 4	117
	Die effek van die aanvulling van ureum en sonneblomoliekoekmeel (Formaldehiedbehandel of onbehehandel) op rumen parameters en <i>in sacco</i> degradeerbaarheid in die rumen van die skaap wat 'n swak kwaliteit ruvoer ontvang	
4.1	Opsomming	117
4.2	Inleiding	117
4.3	Materiaal en metodes	119
	4.3.1 Proefdiere en -diëte	119
	4.3.2 Studie een	119
	4.3.2.1 Eksperimentele ontwerp en behandelings	120
	4.3.2.2 Analitiese metodes	120
	4.3.3 Studie twee	121

4.3.4	Berekeninge by Studie een en twee	122
4.4	Statistiese ontleding	123
4.5	Resultate en bespreking	123
4.5.1	Studie een	123
4.5.1.1	Rumen pH	123
4.5.1.2	Ammoniak konsentrasie	124
4.5.1.3	Vlugtige vetsure	125
4.5.1.4	<i>In sacco</i> -degradeerbaarheid by Studie een	127
4.5.2.	<i>In sacco</i> -degradeerbaarheid by Studie twee	128
4.6	Gevolgtrekking	129
4.7	Verwysing	130
5.	Hoofstuk 5	148
	Algemene gevolgtrekking	
5.1	Verwysing	151

VOORWOORD

Graag bedank ek die volgende persone en instansies wat hierdie studie moontlik gemaak het:

- **Prof. C.W. Cruywagen**, mede-professor aan die universiteit van Stellenbosch, vir sy bereidwilligheid om oor te neem as studieleier en vir die versorging van die tesis.
- **Dr. J. Coetzee**, vir sy aanmoediging en leiding om hierdie studie aan te pak en te voltooi.
- **Prof. P.J. De Wet**, vir sy leiding in die beplanning en uitvoering van die proewe.
- **Mnr. W.J. Burger**, vir sy tegniese hulp in uitvoering van proewe en analyses.
- **Dr. T.S. Brand en Mnr S. Cloete**, vir hulp met beplanning van degradeerbaarheidstudies.
- **Marieta van der Rijst**, LNR vir haar hulp met statistiese bepalings.
- **David van der Rijst**, vir hulp in die uitvoering van die proewe en analyses
- **Me. J. Collier**, Diervoeding en Diereprodukte Instituut, Irene, vir vlugtige vetsuur- en ammoniakontledings
- **Mnr. André van Zyl**, Wool Testing Bureau S.A., vir veseldikte ontledings.
- **Mnr. S. Pietersen** vir hulp met die versorging van proefdiere en monsterneming.
- Personeel van Welgevallenproefplaas veral by maal van strooi
- Departement van Hortologie vir die bepaling van radioaktiwiteit van die bloedmonsters.
- **Mnr. F Matthee**, Asst. Direkteur Suidkaap LOS, vir sy ondersteuning in die voltooiing van die tesis.
- Alle eer en dank aan die **Allerhoogste** vir sy krag en leiding om hierdie studie te kon voltooi.

Hoofstuk 1

Algemene inleiding

In die winterreënstreek is die somermaande relatief droog en min natuurlike weiding is beskikbaar. Graanstoppellande is egter 'n baie belangrike weidingsbron vir skaapboere in hierdie streek. Die kwaliteit van stoppellande wissel geweldig afhangend van verskeie faktore, maar oor die algemeen word dit as 'n swak bron van voedingstowwe vir die herkouer beskou. As gevolg van die unieke vermoë van herkouers om 'n lae kwaliteit ruvoer te benut, word dit algemeen deur veeboere gebruik as die enigste bron van ruvoer.

Die tradisionele herfslamseisoen het tot gevolg dat die hoë voedingsbehoefte van laatdragtige en lakterende ooie saamval met die periode (Desember tot April) waar die voedingstofbeskikbaarheid laag is. Tydens hierdie periode is die voedingsbehoefte van jong skape, wat nog moet groei, ook hoog. Probleme soos die swak uitgroei van jong skape, ketose en lae melkproduksie by ooie en die lae lewensvatbaarheid van lammers kom algemeen voor. Addisionele voeding moet in hierdie tyd verskaf word om bogenoemde probleme te voorkom (Brand, Cloete & Vosloo, 1988).

Voordat aanvullings op weiding of stoppellande aangevul word, moet die noodsaaklikheid daarvan eers bepaal word. Die noodsaaklikheid verwys normaalweg na die oorlewing van diere te verseker. Die ekonomiese noodsaaklikheid is volgens Cronje (1990) die stappe wat geneem moet word om te verseker dat lewende liggaamsmassa nie daal nie. Die ekonomiese faktore sal die vlak en tipe aanvulling op swak kwaliteit weiding bepaal (Lloyd Davies, 1983). Dus verhoogde insette in terme van aanvullende voeding moet 'n positiewe effek op diereproduksie hê wat ekonomies geregverdig is (De Waal, 1990).

Om die bogenoemde probleme te oorkom en verhoogde produksie te verkry, is aanvulling dus nodig indien ekonomies geregverdig. Die verlangde vlak van produksie en die tekorte om dit te bereik moet geïdentifiseer word. Stoppellande het 'n hoë konsentrasie

potensieel verteerbare energie in die form van strooi en vermorsde graanpitte. Die verteerbaarheid van strooi is laag terwyl die graanpitte hoogs verteerbaar is. Indien stoppellande geen groen opslag bevat nie is daar 'n proteïentekort vir produserende diere.

Die mate waartoe strooi (verwyder of op stoppelland) as voerbron vir skape gebruik kan word, is beperk weens die lae voedingstofinhoud (O'Donovan, 1983) en die lae inherente verteerbaarheid (Leng, 1982). Die verhoging van die strooi-inhoud in die rantsoen van herkouers lei tot 'n verlaging van droëmateriaalinname en produksie (O'Donovan, 1983; Brand, Cloete, Van der Merwe & Franck, 1991b).

1.1 Die aanvulling van ruproteïen aan jong skape

Die jong skaap het proteïen nodig vir liggaamsonderhoud, groei en wolproduksie. Die verdeling van voedingstowwe vir die verskillende liggaamsfunksies hang van faktore soos ouderdom, geslag, ras en voedingstatus af. Volgens die NRC (1985) is die ruproteïenbehoefte vir jong skape tussen 131 en 191 gram (g) per dag.

Chalmers, Cuthbertson & Synge (1954) het aangetoon dat kaseïen beter benut word indien dit direk in die duodenum toegedien word. Reis & Schinkel (1961, 1964) het dieselfde resultate verkry met indrupping van 60 – 80 g kaseïen per dag in die abomasum.

Volgens Reis & Schinckel (1964) is die hoeveelheid aminosure wat deur die laer spysverteringskanaal geabsorbeer word, een van die primêre faktore wat die tempo van wolgroei bepaal.

Tabel 1.1 Die gemiddelde wolgroeitempo van ses Merinohamels wat verskillende vlakke kaseïen deur middel van abomasale indrupping oor ses periodes van 5 weke elk ontvang het (Schoeman, 1969)

Periode	Kaseïen (g)					
	1	2	3	4	5	6
	Geen	44 g	66 g	88 g	110 g	132 g
Skoonwol	0.60	0.80	1.09	1.43	1.61	1.65
mg/cm ² /dag						
mg/cm ² /dag	-	milligram per vierkante sentimeter per dag				

Schoeman (1969) het 'n groot verhoging in wolproduksie verkry (Tabel 1.1) wanneer kaseïen in die abomasum teen verhoogde vlakke aangevul word. Hierdie resultate is 'n aanduiding van die mate waartoe kaseïen in die rumen afgebreek word. Soortgelyke resultate is deur Reis (1969) verkry. In laasgenoemde geval het skape 'n basale dieet van 50 % koringhooi en 50 % lusern hooi teen 400 en 800 gram per dag (g/dag) ontvang. Hierby is verskillende vlakke van kaseïen aangevul.

Wanneer oormaat voedingstowwe verskaf word, is wolgroei grootliks afhanklik van die voorsiening van aminosure (Reis, 1979).

1.2 Die aanvulling van aminosure aan jong skape

Die grootste voedingsbeperking op wolproduksie is die hoeveelheid en samestelling van aminosure wat op weefselvlak beskikbaar is (Reis, 1979). Swaai-bevattende aminosure is spesifiek die eerste beperking vir wolproduksie. Die metionieninhoud van wol is laag (Reis, 1979) maar dit is 'n essensiële aminosuur vir die instanthouding van wolproduksie by skape (Downes, 1961) en speel dan spesifiek 'n belangrike rol by die sintese van sistien en sisteien (Lucas-Lenard & Lipman, 1971 soos aangehaal deur Reis, 1979).

Die *per os* inname van metionien is egter ondoeltreffend weens deaminering van aminosure (Scheifinger, Russel & Chalupa, 1976) in die retikulo-rumen van herkouers en lei tot swak resultate wat wolgroei betref (Reis, 1979). Aminosure soos metionien, sistien en sisteien kan die wolgroeitempo verhoog wanneer dit nie in die rumen gedeamineer word nie (Reis, 1979). Verskeie navorsers het getoon dat wolgroei verhoog kan word met aanvulling van aminosure wat nie aan ruminale afbraak blootgestel is nie. Van hierdie navorsers het ook getoon dat die basale dieet die reaksie van aminosuuraanvulling op wolproduksie beïnvloed.

Bird & Moir (1972) het met ruminale sowel as abomasale indrupping van DL-metionien getoon dat metionien grootliks in die rumen gedeamineer word. Die studie het 'n verhoging van 68 % in wolproduksie met abomasale indrupping van 2 g DL-metionien verkry. Deur DL-metionien ruminaal in te drup is slegs 'n verhoging van 28 % in wolproduksie verkry. Deur DL-metionien teen hoë vlakke aan te vul kan volgens Bird & Moir (1972), Chalupta (1976) en Cottle & Velle (1989) voldoende DL-metionien deaminering in die rumen vryspring wat tot goeie reaksie op wolgroei sal lei. Volgens hierdie outeurs deamineer metionien stadiger in die rumen as ander aminosure.

Abomasale indrupping van metionien by Merino- en Leicester x Merino-kruisrasmels het die wolproduksie in die laaste drie weke van 'n ses weke periode met tussen 35 en 130 % verhoog (Reis & Schinckel, 1963). Reis & Schinckel (1964) het Merino- en Leicester x Merino-kruisrasmels gelyke dele koring- en lusern-hooi gevoer. Met aanvulling van 60 g kaseien is wolproduksie met tussen 123 en 181 % verhoog. Met die abomasale aanvulling van DL-metionien is wolproduksie met 'n verdere 16 tot 37 % verhoog. Reis (1967) het met abomasale indrupping van 0.5 tot 2.0 g DL-metionien by skape wat 'n lusern- en koringhooi rantsoen ontvang, 'n verhoging van 100 % in wolproduksie gekry. Die indrupping van D-metionien is minder suksesvol in die stimulerings van wolgroei as DL-metionien alhoewel daar nog steeds 'n verhoging is. Robards (1971) het met die abomasale indrupping van 2.6 g DL-metionien per dag by Merinohamels met 'n basiese dieet van hawerhooi, 'n verhoging van 37 % in wolproduksie verkry.

Met intraperitoneale inspuiting van DL-metionien is ook 'n verhoging in wolgroei verkry. Wright (1971) het verskillende vlakke van DL-metionien naamlik 1.5, 3.0 en 4.5 g by lammers ingespuut. Wolgroei is met gemiddeld 53 % verhoog. Daar was egter min verskil tussen die verskillende vlakke van metionien toediening. Stephenson, Suter & Howitt (1991) het 18 maande oue Peppin Merinohamels 'n basale dieet van Rhodes gras gevoer en metionien is in die "jugular" aar ingespuut. Metionien is teen 1.74 g en 2.5 g metionien per dag toegedien. Daar is 'n betekenisvolle ($P < 0.05$) verhoging in wolproduksie verkry met metionien inspuiting. Tussen die twee vlakke van metionien wat toegedien is, was daar geen verskil nie. Die binne-aarse inspuiting van 1 - 2 g/dag is nodig vir maksimum respons (Reis, Tunks & Downs, 1973a).

Reis (1969) het verskeie aminosure getoets vir die effek van abomasale indrupping op wolgroei. Die aminosure wat getoets is, is glisien, glutamiensuur, arginien, lisien en treonien, maar geeneen was suksesvol om die wolproduksie van Corriedale-, Merino-, en Leicester x Merinokruisrasshamels betekenisvol te verhoog nie.

Wolproduserende skape met 'n inherente hoë kapasiteit om wol te produseer reageer meer op aanvulling van metionien as 'n lyn wat inherent 'n lae kapasiteit vir wolproduksie het. Williams, Robards & Saville (1972) het twee sulke lyne gebruik om na die effek van abomasale indrupping van 2 g DL-metionien op wolproduksie ondersoek. Met metionienaanvulling is wolproduksie met 55 en 15 % verhoog by onderskeidelik die geneties hoë produseerders en genetiese lae produseerders.

Die hoeveelheid voedingstowwe en die kwaliteit daarvan in die basale rantsoen gaan ook 'n invloed hê op die effek van metionienaanvulling. Dove & Robards (1974) het Merinohamels gebruik wat of koring- of lusernhooi as basale dieet ontvang het waarby 2.6 g metionien abomasaal ingedrup is. Met die lusernhooi is 'n 18 % hoër wolproduksie verkry as met koringhooi. Met die abomasale indrupping van metionien is 'n 36 en 22 % verhoging in wolproduksie verkry wanneer die basale dieet onderskeidelik uit lusern- en koringhooi bestaan. Daarteenoor het Stephenson *et al.* (1991) gevind dat daar geen

betekenisvolle ($P > 0.01$) verskil in die effek op wolproduksie is met 'n hoë (1400 g verpilde lusern/s/dag) of lae (700 g verpilde lusern/s/dag) voedingspeil wanneer DL-metionien onder die vel teen 2.5 gram per skaap per dag (g/s/dag) aangevul is. Wolproduksie en veseldikte is betekenisvol ($P < 0.01$) op die hoë voedingspeil verhoog. Wheeler, Ferguson & Hinks (1979) stel voor dat die effek op metionienaanvulling laer is wanneer skape op goeie weiding is teenoor swakker natuurlike weiding. Dit verskil met wat Dove & Robarts (1974) bevind het.

Cottle (1988a) het in studies met superfynwol Saxon Merinos gevind dat die reaksie op wolgroei laag is met metionienaanvulling wanneer die basale wolgroei laag was. Dit is veral by 'n 100 % ruvoerdieet waar die basale wolgroei laag was. Met 'n hoë graandieet was die reaksie op wolgroei laag gewees (Cottle, 1988a). Die proteïen- tot energie (P/E) - verhouding van die basale rantsoen het 'n effek op die basale wolproduksie van skape (Cottle, 1988c). Indien daar onvoldoende energie-inname vanaf die basale dieet is, sal die voedingstof beskikbaarheid, veral aminosure, beperk word (Stephenson *et al.* 1991). Pritchard (1988) soos aangehaal deur Stephenson, Suter, Pritchard & Martin (1990) het gevind dat die doeltreffendheid waarmee aangevulde metionien benut word hoër is vir onderhouds- of onder-onderhoudsvoeding as vir bo-onderhoudsvoeding.

Stephenson *et al.* (1991) het geen betekenisvolle ($P < 0.05$) interaksie tussen die vlak van voeding en metionienaanvulling (2.5 g/dag) verkry in terme van wolproduksie en liggaamsmassaverandering wanneer 700 g/dag en 1400 g/dag lusernpille aan Peppin Merinohamels gevoer word nie. Die resultate is in ooreenstemming met Reis & Schinckel (1964) en Dove & Robards (1974) wat van abomasale indrupping gebruik gemaak het. Volgens Reis *et al.* (1973a) is indrupping van 1-2 g metionien per dag nodig vir maksimum respons.

Reis & Tunks (1978) stel voor dat die aminosure metionien, lisien, leusien en isoleusien die belangrikste vir wolgroei is. Alle aminosure wat nie in die liggaam geproduseer word nie moet volgens Reis, Tunks & Munro, (1990) voorsien word om maksimale wolgroei te

verkry. Wanneer metionien uit die mengsel van aminosure verwyder word is daar 'n merkbare afname in wolgroei (Reis & Tunks, 1978; Reis *et al.*, 1990).

Reis (1979) het voorgestel dat metionien se rol by wolproduksie die voorsiening van sisteïen is. In latere studies het Reis *et al.* (1990) egter gevind dat sisteïen in 'n mengsel van aminosure nie vir metionien kan verplaas om dieselfde mate van wolgroei te handhaaf nie. Reis *et al.* (1990) kom tot die gevolgtrekking dat metionien ook 'n ander spesifieke funksie by wolgroei het wat nie net bloot met die voorsiening van sisteïen te doen het nie. Reis *et al.* (1990) het verder metionien met homosisteïen vervang in die mengsel van aminosure. Beter resultate in terme van wolproduksie is verkry, maar dit was nog steeds swakker as die effek wat metionienaanvulling het.

Metionien het verskeie ander funksies soos 'n ketting inisiëerder en is ook betrokke by aminosuurvervoer en mag die akkumulasie van ander aminosure in selle verhoog (sien Reis, 1967).

Geiping & Menke (1991, *abstr.*) het die metionienbehoefte van beeste en skape met postruminale indrupping van metionien en metionien analoë bepaal. Die vloei van metionien uit die rumen is ook bepaal en is gebruik in die berekening van metionienbehoefte van beeste en skape. Die metionienbehoefte van beeste en skape is beraam op tussen 150-270 mg/kg^{0.75} (Geiping & Menke, 1991, *abstr.*).

Geiping & Menke (1991, *abstr.*) het gevind dat sestig persent van die metionien vir proteïensintese gebruik word terwyl die res vir "transmethylation" prosesse benut word. Verder word 2-10 % vir sisteïensintese benut (Geiping & Menke, 1991, *abstr.*).

Lynch, Elsasser, Jackson, Rumsey & Camp (1991) het die groei van sogende lammers gemonitor by ooe wat beskermde metionien en lisien (geïnkapsuleer) ontvang het. Die groei van lammers was betekenisvol ($P < 0.05$) hoër waar aminosure aangevul word terwyl N-balans van lammers ook betekenisvol verhoog is.

1.2.1 Die effek van aminosuuraanvulling op mikroörganismes

Volgens Salter, Daneshaver & Smith (1979) is metionien 'n aminosuur wat mikrobegroei beperk en dus ook die substraat se fermentasietempo verlaag. Aan die anderkant het Clark & Patersen (1988) getoon dat DL-metionienaanvulling by 'n ureumdieet 'n verbeterde *in vitro* DM-vermenteringstempo tot gevolg gehad het in vergelyking met sojabone (op iso-stikstof basis). Alhoewel metionien vanaf sulfate, ammoniak en koolhidraatskelete deur rumen mikroörganismes vervaardig kan word (McMeniman, Ben-Ghedalia & Armstrong, 1976), is dit 'n ope vraag of voldoende metionien volgens hierdie metaboliese pad vervaardig kan word (Gawthorne & Nader, 1976; Salter *et al.*, 1979).

Momont, Pruitt & Johnson (1993) het Green *et al.* (1989) aangehaal wat bevind het dat metionien deur rumen mikroörganismes benut word en daardeur ruvoer degradeerbaarheid verhoog. Momont *et al.* (1993) self kon egter nie tot dieselfde gevolgtrekking kom nie. Verder het Momont *et al.* (1993) vir Hunt *et al.* (1954), Gil *et al.* (1973) en Spears *et al.* (1976) aangehaal wat met *in vitro* studies beter ureum benutting en sellulose vertering verkry het met metionienaanvulling teenoor aanvulling van ammoniumsulfaat. Momont *et al.* (1993) self het met *in vivo* studies nie dieselfde effek met DM-vertering waargeneem nie.

Rumen ammoniak is deur Bryant & Robinson (1961) as die primêre bron van stikstof (N) vir sellulitiese aktiwiteite geïdentifiseer. Met verhoging van N afkomstig van aminosure in die rumen, tot 'n inhoud van 25 % van die totale N-poel in die rumen, is *in vitro* mikrobiese groeitempo en sellulose vedwyning verhoog (Maeng *et al.*, 1976, aangehaal deur Momont *et al.*, 1993).

Vir optimale benutting van N moet die N:S-verhouding ook optimaal wees. Moir, Somers & Bray (1968) en Bird (1972) het gevind dat vir optimale N-benutting die N:S-verhouding vir skape tussen 10 tot 13.5:1 moet wees.

1.2.2 Die effek van aminosuuraanvulling op mikrobiëse fermentering en die produkte in die retikulorumen

Koolhidrate in die rumen onder anaerobiese toestande word gefermenteer tot VVS met gelyktydige produksie van koolstofdiksied (CO_2), metaan (CH_4), adenosientrifosfaat (ATP) en hitte en onder sekere kondisies word ook melksuur geproduseer (Armstrong, 1993). Mikrobiëse biomassa word geproduseer deur die benutting van die ATP-opbrengs en verskeie N-bronne afkomstig van die proteolise proses in die rumen. Volgens Armstrong (1993) is die N wat vir die opbouproses van mikrobeproteïen gebruik word afkomstig van ammoniak-N ($\text{NH}_3\text{-N}$) en/of verskillende N-bronne vanaf die proteolise proses in die rumen. Ammoniak-N is afkomstig vanaf deaminering van aminosure en die hersirkulering van ureum via speeksel of via die rumenwand (Armstrong, 1993).

Vlugtige vetsure (VVS) word in die retikulo-rumen geabsorbeer en voorsien 50 – 80 % van die mataboliseerbare energie-inname van die herkouer (Annison & Armstrong, 1970 - soos aangehaal deur Armstrong, 1993).

Min stysel spring rumenfermentering vry. Dit is slegs wanneer hoë konsentrasies rou mieliegraan gevoer word waar 'n gedeelte van stysel rumenfermentering vryspring (Lindsay, 1970; Armstrong & Smithard, 1979). Die tegniek van die verdunnende effek van isotope is gebruik om aan te toon dat propionaat grootliks die voorloper van glukose in die herkouer is maar dat laktaat en gliserol het 'n geringe bydrae tot die glukose poel in die herkouer lewer (Lindsay, 1970). Verder dra glukogeniese aminosure tussen 11 en 30 % by tot glukose sintese (Wolff & Bergman, 1972).

Alhoewel dit aanvaar word dat die meeste bakterië in die rumen ammoniak-N as die verkieslike bron van N gebruik is dit ook bekend dat sekere spesies peptiedes en aminosuur-N benut (Mackie & White, 1990). Vir maksimale doeltreffendheid in mikrobiëse proteïenproduksie moet N en energie gelyktydig aan mikroörganismes in die rumen verskaf word (Armstrong, 1993). Verskeie werke wat kyk na die sinkronisasie van N- en energiebeskikbaarheid in die rumen (Knight & Owens, 1973; Mizwicki, Owens,

Poling & Burnett 1980; Bowman & Asplund, 1988; Rihani, Garrett & Zinn, 1993) en die wat na die verhouding tussen ruminale $\text{NH}_3\text{-N}$ vlakke en mikrobeproteïenopbrengs kyk (Owens, Knight & Nimrick, 1973; Veira, MaCloed, Burton & Stone, 1980; Adamu, Russel, McGillard & Trenkle, 1989) het geen praktiese of eksperimentele bewyse gevind dat stadig degradeerbare N meer doeltreffend deur herkouers benut word nie.

Mikrobeproteïen is een van die bronne van proteïen wat as voordeel vir die herkouer is weens die sinergistiese samewerking tussen die dier en mikroörganismes. Salter & Smith (1977) en Storm & Ørskov (1982) het aangetoon dat 85 % van mikrobiese aminosuur-N in die abomasum en die dunderm verteerbaar is. Mikrobeproteïen het egter sekere beperkings vir hoë produksies. Metionien en lisien mag volgens Storm & Orskov (1984) die eerste en tweede beperkende aminosure in mikrobeproteïen wees. Metionien, lisien en treonien mag ook moontlik beperkend wees in mikrobeproteïen wanneer ureum die enigste bron van N is (Nimrick, Hatfield, Kamminski & Owens, 1970a, b).

Na aanleiding van 'n oorsig artikel van Webb, Matthews & Dirienzo (1992) is dit duidelik dat peptides en vry aminosure in die gastro-intestinale kanaal geabsorbeer word en beskikbaar is vir weefselgroei en onderhoud. Volgens die outeur is die absorpsie van peptides van groter omvang as vry-aminosuurabsorpsie.

Metionien word grootliks in die jejunum en ileum deur 'n energie-afhanklike transport proses geabsorbeer (Geiping & Menke, 1991, *Abstr.*). Tot ongeveer 25 % kan egter deur middel van 'n energie-onafhanklike diffusie geabsorbeer word (Geiping & Menke, 1991, *Abstr.*). Die absorpsie van metionien word beïnvloed deur kompetisie met absorpsie van treonien, valien, lisien en alanien (Geiping & Menke, 1991, *Abstr.*). Die absorpsie tempo van metionien kan redelik wissel afhangend van die dieetsamestelling. Tussen 65 en 85 % van metionien word geabsorbeer (Geiping & Menke, 1991, *Abstr.*).

1.2.3 Metabolisme van geabsorbeerde aminosure

Met L-[³⁵S]sistien het Dowens (1961) en Dowens, Reis, Sharry & Tunks (1970a) met binne-aarse en intraperitoneale aanvulling aangetoon dat L-sitien met 'n doeltreffendheid van tussen 30 en 40 % in die wol na 14 tot 28 dae voorgekom het. Dowens, Reis, Sharry & Tunks (1970b) het met L-[³⁵S]metionien wat abomasaal toegedien is gevind dat 20 % van die ³⁵S na 7 dae in die wol voorgekom het.

Wol is ryk aan sistien en sisteïen terwyl metionien slegs in klein hoeveelhede in wol voorkom (Gillespie, 1983 - soos aangehaal deur Reis, Tunks & Sharry, 1989). Dowens, Sharry & Till (1964) het met indrupping in die dermkanaal met L-[³⁵S]metionien gevind dat ten minste 90 % van die ³⁵S wat in die wol voorkom in die vorm van sistien is.

Die doeltreffendheid van benutting van metionien wat teen 2-3 g aangevul word vir wolsintese, is 80 % van die benutting van sistien (Reis *et al.*, 1989). Reis *et al.*, (1989) het verder gevind dat daar 'n verskil was in die doeltreffendheid van benutting van L-sistien, L-, D-, of DL-metionien. Met abomasale aanvulling het Reis (1979) gevind dat beide L- en DL-metionien ewe doeltreffend was om wolgroei te stimuleer. Vir die stimulerings van die sintese van die ultra-hoë-swawelproteïen is D-metionien en L-metionien ewe doeltreffend (Broad, Gillespie & Reis, 1970). Verder is daar ook gevind dat D-, L- en DL-metionienaanvulling ewe doeltreffend is om wolgroei en swawelinhoud van wol te verhoog (Doyle 1981).

Pisulewski & Buttery (1985) het gevind dat tot 70 % van die sistien- of sisteïen-S in wol afkomstig is van metionien wat teen 5 g per dag in die duodenum ingedrup is. Hiervolgens stel Reis *et al.* (1989) voor dat die transulfurase pad die hoof metaboliese pad is waarvolgens metionien gemetaboliseer word.

1.3 Die beskerming van proteïen teen ruminale afbraak

Die positiewe respons met die aanvulling van rumen beskermde proteïen hang af van die mate waartoe die patroon van essensiële aminosure verander is deur die metode van beskerming in verhouding tot die aminosuur patroon benodig deur die dier vir die verskillende liggaamsfunksies.

Tabel 1.2 Die persentasie proteïen wat nie in die rumen verteer is by 'n inkubasie tyd van 12 en 24 uur (Schoeman, De Wet & Burger, 1972)

Bron	Persentasie onverteer na:	
	12 uur	24 uur
Grondboontjieoliekoek	20.7	1.6
Sonneblomoliekoek	36.5	10.1
Lupiene	23.4	12.4
Vismeel	45.9	41.1
Katoensaadoliekoek	27.4	20.0

Uit tabel 1.2 is dit duidelik dat proteïen grootliks in die rumen afgebreek word. Met 'n laer deurvloeitempo sal 'n groter persentasie van proteïen in die rumen afbreek.

1.3.1 Fisiese metodes

Tabel 1.3 Die invloed van stoom en droë hittebehandeling van verskillende proteïenbronne op die persentasie proteïen wat nie in die rumen verteer is by 'n inkubasie tyd van 12 en 24 uur (Schoeman, *et al.* 1972)

Bron	Hittebehandeling			
	Stoom		Droë hitte	
	Persentasie onverteer na aantal ure in rumen			
	12 uur	24 uur	12 uur	24 uur
Grondboontjieoliekoek	55.1	29.9	66.7	44.8
Sonneblomoliekoek	54.3	25.4	83.8	73.0
Lupiene	55.0	47.5	48.3	37.6
Vismeel	50.0	47.2	65.2	64.8
Katoensaadoliekoek	43.2	33.5	67.4	55.0

Volgens Tabel 1.3 is veral plantaardige proteïenbronne se weerstand teen mikrobe-afbraak aansienlik verhoog (teenoor Tabel 1.2) deur veral droë hittebehandeling.

1.3.2 Chemiese metodes

1.3.2.1 Formaldehydbehandeling

Die behandeling van dieetproteïen met formaldehyd beskerm die proteïen teen ruminale afbraak en veroorsaak 'n verhoging in die voorsiening van aminosure in die laer SVK (Ferguson, 1975).

Formaldehyd vorm hidroksielmetiolderivate wat weer verder met formaldehyd of aminosuursykettings kan verbind. In die proses ontstaan dan kruisbindings in die vorm van metileenbruë (Walker, 1964; Feeny, *et al.*, 1975; Hurrell & Carpenter, 1978 soos

aangehaal deur Ashes, Mangan & Sidhu, 1984). Ashes *et al.* (1984) wys daarop dat die kruisbindings meer geredelik in die laer SVK afgebreek word en daarom stel hy voor dat formaldehyd die aangewese aldehyd is om proteïene teen ruminale afbraak te beskerm. Formaldehyd kan aan verskeie funksionele groepe van peptiedkettings bind wat dit baie kompleks maak. Schoeman (1969) gee 'n oorsig van hierdie verskillende bindings.

Verder wys Ashes *et al.* (1984) daarop dat lisien, sistien en tirosien se biobeskikbaarheid met formaldehydbehandeling verlaag word. Daar is egter geen negatiewe effek op die biobeskikbaarheid van treonien waargeneem nie.

Metileenbande moet weer gehidroliseer word voordat die proteïene deur die dier benut kan word. Metileenbande is onstabiel by 'n pH van minder as 3 wat vereis dat die metileenbande gebreek moet word voordat die digesta die gebied bereik waar die galbuis in die ileum aansluit. Na hierdie punt in die spysverteringskanaal verhoog die pH na 8 waar metileenbande redelik stabiel is.

Tabel 1.4 Die invloed van formaldehydbehandeling van proteïenbronne op gemiddelde en persentasie wolgroei ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{dag}$) van skape (Schoeman, 1969)

Proteïenbron	Proteïen-inname (g/dag)	Wolgroei ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{dag}$)		
		Basale dieet	Proteïen-aanvulling	Formaldehyd-behandelde proteïen
Vismeel	204	0.9309 100%	1.2814 138%	1.4248 153%
Bloedmeel	219	0.9309 100%	1.1224 120%	1.1923 128%
Kaseïen	223	1.1052 100%	1.1962 108%	1.4071 127%

Volgens tabel 1.4 is daar 'n 38 % verhoging in wolgroei met die aanvulling van vismeel terwyl die wolgroei met 'n verdere 15 % verhoog word met formaldehydbehandeling van vismeel. Die verhoging in wolgroei met aanvulling van bloedmeel is 20 % met 'n verdere verhoging van 8 % deur bloedmeel met formaldehyd te behandel. Kaseïenaanvulling verhoog wolgroei met 8 % en deur dit te behandel is daar 'n verdere verhoging in wolgroei van 19 %.

Tabel 1.5 Die invloed van formaldehydbehandeling van proteïenbronne op gemiddelde en persentasie wolgroei ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{dag}$) van skape (Grobbelaar, 1971)

Proteïenbron	Wolgroei ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{dag}$)		
	Basale dieet	Proteïenaanvulling	Formaldehyd-behandelde proteïen
Vismeel gekerf	0.60 100 %	0.76 127 %	0.67 112 %
Vismeel verkorrel	0.76 100 %	0.78 124 %	0.68 108 %
SBOKM gekerf	0.67 100 %	0.73 109 %	0.85 127 %
SBOKM verkorrel	0.70 100 %	0.77 110 %	0.84 120 %

In Tabel 1.5 is die wolgroei met vismeelaanvulling tussen 24 en 27 % verhoog. Alhoewel die wolgroei met aanvulling van formaldehydbehandelde vismeel met tussen 8 en 12 % verhoog is, het behandeling van vismeel met formaldehyd 'n verlaging van tussen 15 en 16 % in wolgroei veroorsaak teenoor onbehandelde vismeel. Oorbehandeling van vismeel met formaldehyd is dus ook moontlik soos deur Grobbelaar (1971) gevind is. Die groot hoeveelhede metileenbindings moet voldoende kans kry om in die abomasum en in die eerste gedeelte ($\pm 10 \text{ cm}$) van die duodenum af te breek. Met oorbehandeling van formaldehyd word urine-N uitskeiding hoogs betekenisvolle verhoog (Grobbelaar, 1971).

Volgens Tabel 1.5 is die wolgroei deur aanvulling van SBOKM met tussen 9 en 10 % verhoog. Met formaldehydbehandeling van SBOKM word wolgroei met 'n verdere 10 tot 18 % verhoog.

Die voordeel wat verkry word met die formaldehydbehandeling van proteïenbronne is afhanklik van die tipe proteïenbron (Tabel 1.4 en 1.5). Die effek wat die verskillende proteïenbronne onderskeidelik op wolproduksie en liggaamsmassatoename sal hê is afhanklik van die hidrae van die proteïenbron tot die aminosuurbeskikbaarheid in die laer SVK.

Wanneer proteïenbronne, wat laag is in swavelbevattende aminosure, met formaldehyd teen ruminale afbreking beskerm word, sal geen voordeel in terme van verhoging in wolproduksie verkry word nie (Barry, 1976). Sales (1991) het gevind dat daar geen voordeel is om lupiene met formaldehyd te behandel nie weens die lae metionieninhoud. Verder het Sales (1991) gevind dat deur die insluiting van formaldehydbehandelde sonneblomoliekoekmeel (FSBOKM) dieselfde resultate verkry word in terme van liggaamsmassatoename, wolgroei en liggaamsamestelling as met vismeel. Die optimum formaldehydkonsentrasie vir behandeling van sonneblomoliekoekmeel (SBOKM) is volgens Sales (1991) 0.86 g formaldehyd per 100 g ruproteïen.

Die hoeveelheid en die tyd wat proteïen aan formaldehyd blootgestel word, is twee faktore wat bepaal hoeveelheid proteïen in die laer spysverteringskanaal verteer gaan word. Soos in studies van De Wet, Schoeman & Burger (1969) en Schoeman *et al.* (1972) gevind is, is daar 'n liniêre verwantskap tussen die hoeveelheid formaldehyd wat met proteïen bind en tyd waaraan proteïen aan formaldehyd blootgestel word.

Daar is in verskeie studies gevind dat die behandeling van SBOKM met formaldehyd die wolgroei tempo tot dieselfde vlak as die van vismeel verhoog kan word (Grobelaar, De Wet & Schoeman, 1973 en Sales, 1991). In teenstelling het De Jager (1981) gevind dat die wolgroei tempo met aanvulling van formaldehydbehandelde SBOKM, op 'n lae voedingspeil, nie tot dieselfde vlak verhoog kan word as met aanvulling van vismeel nie. Die verskil in wolgroei met die behandeling van SBOKM was nie betekenisvol ($P < 0.05$) nie (De Jager, 1981). Alhoewel die verskil in wolproduksie tussen FSBOKM en vismeel nie-betekenisvol ($P > 0.05$) was nie, was daar 'n neiging tot hoër wolproduksie deur vismeelaanvulling alhoewel die deaminering van vismeel in die rumen hoër was as

FSBOKM. Die vismeel wat nie gedeamineer word nie, verskaf onder die omstandighede voldoende metionien om die hoër vlak van wolgroei te onderhou (Schoeman *et al.*, 1972). Die swakker resultate wat De Jager (1981) verkry het, is vermoedelik as gevolg van die laer hoeveelheid formaldehid wat per 100 g proteïen gebruik is.

Die optimum aanwendingspeil van formaldehid verskil, afhangend van die proteïenbron wat behandel word (Schoeman *et al.*, 1972). Verskeie studies het aangetoon dat negatiewe resultate verkry word met die oorbehandeling van proteïenbronne met formaldehid (De Villiers, 1971; Hagemeister, 1977).

Wanneer formaldehid behandelde kaseïen by die basiese rantsoen ingesluit word, het Reis & Tunks (1969) 'n verhoging in wolgroei tempo gevind wat vergelyk kan word met wanneer kaseïen direk in die abomasum ingedrup word (Ferguson, Hemsley & Reis, 1967).

Waar skape 'n dieet gevoer is van tot 65 % proteïenmeel is daar geen verskil in wolproduksie tussen die ge-ekstraheerde raapsaadmeel (RSM) en SBOKM nie. Wanneer die proteïenbronne met formaldehid behandel is, word daar 'n verhoging in wolproduksie van 68 % en 48 % vir die RSM en SBOKM diëte onderskeidelik verkry (Ferguson, 1970 - aangehaal deur Coombe, 1985). Die rede waarom formaldehid behandelde RSM 'n beter wolproduksie lewer as FSBOKM is moontlik weens die verskil in die aminosuursamestelling van die nie ammoniak stikstof (NAN) wat die laer SVK bereik (Coombe, 1985).

Die prosessering van die rantsoene het ook 'n invloed op die reaksie van wolgroei met die aanvulling van SBOKM. Grobbelaar *et al.* (1973) het 'n hoër ($P < 0.01$) wolgroei gekry wanneer SBOKM by 'n verkorrelde dieet as by 'n gekerfde dieet aangevul word. Met FSBOKM-aanvulling het Grobbelaar *et al.* (1973) nie dieselfde tendens verkry as met SBOKM-aanvulling nie. Die rede vir die goeie resultaat met aanvulling van SBOKM by 'n verpilte dieet mag wees dat die deurvloei tempo van SBOKM verhoog word. Dit veroorsaak dat 'n groter persentasie van die ingenome aminosure in die laer

spysverteringskanaal beskikbaar kom vir absorpsie. By diëte waar die deurvloeitempo stadig is mag daar 'n groter voordeel wees by die formaldehydbehandeling van SBOKM.

Formaldehyd vorm ook bindings met vetsure (Ackerson, Johnson & Hendrickson, 1976). Sommige van die formaldehyd molekules kan ook in 'n gasvorm ontsnap (Chalupa, 1974).

Melkproduksie van Frieskoeie in die eerste drie maande van laktasie is betekenisvol ($P < 0.05$) hoër met formaldehyd (0.5 %) behandelde sonneblommeel as wanneer gars of onbehandelde sonneblommeel aangevul is (Hamilton, Ashes & Carmichael, 1992). Hamilton, *et al.* (1992) het ook gevind dat geen voordeel in terme van liggaamsmassatoename by koeie verkry is met die formaldehydbehandeling van sonneblommeel nie.

1.4 Metodes vir beskerming van aminosure teen ruminale afbraak

Verskeie proteïenbronne wat vir herkouervoeding beskikbaar is, is laag in swawelbevattende aminosure. Daarom is die bruikbaarheid van hierdie bronne veral vir wolproduksie beperk. Reis & Schinckel (1963) het 'n verhoging van tot 130 % verkry met die indrupping van sistien of metionien in die abomasum. Verskeie ander navorsers (Tabel 1.6) het getoon dat die aanvulling van metionien en sistien onderhuids, abomasaal, binne-aars, duodenaal en intraperitoneaal wolgroei kan stimuleer. Bogenoemde metodes van aminosuuraanvulling is nie prakties nie. Kostedoeltreffende en praktiese metodes vir die beskerming van aminosure teen ruminale afbraak word dus steeds ondersoek.

Tabel 1.6 Opsomming van verskillende metodes om deaminering van aminosure in die rumen te voorkom. (De Wet, 1982, Coetzee, 1988)

Aminosuur derivaat	Verwysing
Metionienhidroksie analoog	Bishop (1964) Griel, <i>et al.</i> (1968) Whiting, <i>et al.</i> (1972) Stokes, <i>et al.</i> (1981)
Inkapsulering van aminosure	Farbenfab.Bayer (1966) Ferguson & Solomon (1967) Linton, <i>et al.</i> (1968) Sibbald <i>et al.</i> (1968, 1969) Mowat & Deelstra (1970) Ferguson (1971) Grass & Unangst (1972) Daugaard (1978) Dannelly (1980) Journet & Hoden (1980) Kaufmann & Hagemeister (1980) Chalupa (1981) Papap <i>et al.</i> (1984)
N-Formiel-DL-metionien	Downes, <i>et al.</i> (1970b)
Reaksie met maleïelanhydried (Amiedbinding)	De Wet (1973; 1975)
Reaksie met maleïelanhydried (Imiedbinding)	Ku & Simon (1973)
N-stearoielmetionien en verwante verbindings	Langar, Buttery & Lewis (1973, 1978)
DL-Homosisteïenthioalaktoon	Amos, <i>et al.</i> (1974) Digenis, <i>et al.</i> (1974a, b) Buttery, <i>et al.</i> (1977)
N-asetiel-DL-Metionien	Amos <i>et al.</i> , (1974) Digenis <i>et al.</i> (1974a, b) Fahnenstich, <i>et al.</i> (1978)
N-hidroksiemetiel-DL-Metionien en sy esters	Ferguson (1975) Bertram, <i>et al.</i> (1976) Richardson <i>et al.</i> (1976) Wheeler, Ferguson & Hinks (1979)
Vinielverbindings	Friedman & Finley (1975)
Onderhuidse inplanting van aminosure	Shamberev & Gavrishchuk (1977)
N-asetiel-metionien kovalent gebind aan kaseïen	Puigserver <i>et al.</i> (1979)
Gepolimeriseerde lisien	Amos <i>et al.</i> (1980 a, b)

Volgens Coetzee (1988) moet die beskerming van aminosure aan drie vereistes voldoen, naamlik beperkte degradering in die retikulum, vrystelling van aminosure vir absorpsie in die laer spysverteringskanaal terwyl die stowwe (chemikalieë) wat vir die beskerming gebruik word, nie toksies moet wees of 'n nadelig effek op die dier se metabolisme uitoefen nie. De Wet (1973) wys daarop dat verdere beginsels in gedagte gehou moet word by evaluering van geskikte blokkeringsreagense, naamlik:

- die reaksie moet geredelik plaasvind,
- die binding wat gevorm word, moet so na as moontlik aan dié wees wat in natuurlike proteïene en peptiede voorkom (peptiedkettings),
- die binding moet stabiel wees in die pH regime wat in die rumen heers,
- die binding moet hidroliseer onder pH-waardes wat in die abomasum, duodenum en ileum voorkom en
- die chemikalieë moet relatief goedkoop en kommersieel beskikbaar wees.

1.4.1 Metionienhidroksie analoë

Reis (1969) het 'n verhoging in wolproduksie waargeneem met abomasale indrupping van metionienhidroksie analoog (MHA) maar nie met *per os* inname van MHA nie. Wolgroei respons is al gedemonstreer met aanvulling van sekere analoë, soos deur Ferguson (1975), Wheeler *et al.* (1979) en Cottle (1988a) gebruik is.

Stephenson *et al.* (1990) het met MHA (Ca-sout) en Alimet gewerk. Die strukture is baie dieselfde as DL-metionien behalwe dat die aminogroep vervang is met 'n hidroksiel groep. Alimet is 'n vloeistof wat met water vermeng kan word en kan dus deur middel van drinkwater aan diere verskaf word. Resultate met Alimet is egter baie variërend met response op wolgroei wat gewissel het tussen 0.02 tot meer as 0.2 mg/cm²/dag.

Deswysen, Bruyer, Naveau, Mol & Ellis (1991) het die effek van MHA in die suur vorm ondersoek. Die vrywillige voerinname oor die eerste 1.5 uur na voeding is verhoog. Verteerbaarheid en vreetgedrag is ook beïnvloed.

1.4.2 Asileringsreaksies

Volgens Coetzee (1988) is verskeie chemikalieë beskikbaar wat met die aminogroep van aminosure kan reageer en sodoende beskerming bied teen ruminale afbraak. Volgens hom is dit veral die chemikalieë wat in staat is om die aminogroep te asileer, wat die belowendste blyk te wees. Deur 'n band tussen die NH_2 en die C-atoom van aminosure te vorm word die aminosure beskerm teen deaminering. Twee stowwe wat veral gebruik is, is maleïensuuranhidried en sitrokoon (2,3 - dimetielmaleïelanhidried). Coetzee (1988) gee 'n kort oorsig oor moontlike ander chemikalieë wat geskikte asileringsreaksies vorm.

1.4.2.1 Maleïensuuranhidried

Die maleïensuuranhidried (MA) reageer by 'n pH van hoër as 7.5 met die NH_2 -groep om n-maleïelmetionien te vorm wat 'n sterk band tussen die N- en C-atoom vorm. n-Maleïelmetionien is stabiel by 'n pH van hoër as 3.5. Die pH van die rumen is tussen 6 en 6.5 en dus is die verbinding stabiel in die rumen. Die pH van die digesta in die abomasum van herkouers is normaalweg tussen 2 en 3 (Masson & Phillipson, 1952). Sodra n-maleïelmetionien die abomasum bereik hidroliseer dit dus.

Bonifacino (1979), Smith (1979) en Landman (1982), het maleïensuuranhidried gebruik om metionien teen ruminale afbraak te beskerm. In 'n latere studie het Coetzee (1988) ook maleïensuuranhidried gebruik. Die natriumhidroksiedbehandelde strooi wat in Coetzee (1988) se studies gebruik is, het veroorsaak dat die pH van die abomasum tot bokant 'n pH van 3 verhoog het en daarom het hy slegs 'n wolproduksie verhoging van 10 % verkry. Die reaksie en voorbereiding van maleïel-DL-metionien (MM) word volledig deur Coetzee (1988) uiteengesit.

In die proksimale duodenum is daar 'n geleidelike verhoging in die pH van 2.7 na 4 in die lengte van die darm kanaal (Harrison & Hill, 1962). Met 'n kuikengroeitoets is gevind dat maleïel-DL-metionien baie stabiel is (Kriel, Hayes & Smith, 1989). Die groei met aanvulling van MM by Coetzee (1988) se studie was betekenisvol laer gewees as die

ander vorms waarin metionien aangevul is, moontlik as gevolg van onvoldoende tyd waartydens MM aan 'n lae pH blootgestel is.

1.4.2.2 Dimetielmaleïensuuranhidried

Die vloeistof 2,3 - dimetielmaleïelanhydried is in die studie van Coetzee (1988) gebruik weens probleme wat met die gebruik van maleïelanhydried ondervind is. Die 2,3 - dimetielmaleïelanhydried reageer met metionien om 2,3 - dimetielmaleïelmetionien (MMM) te vorm wat meer onstabiel is as MM. By 'n pH van 3.5 word die metionien vrygestel. Met 'n kuikengroeitoets (Kriel *et al.*, 1989) is aangetoon dat die metionien by MMM-behandeling beter beskikbaar is as by MM-behandeling.

1.4.3 Inkapsulering van aminosure

Aanvanklik is gepoog om aminosure deur middel van 'n lagie kaseïene wat met formaldehyd behandel is, te beskerm (Sibbald, Loughheed & Linton, 1969). Mowat & Deelstra (1972) het 0.45 % metionien met behulp van kapsules as byvoeding by lammers gegee maar geen konstante effek op wolgroei by lammers verkry nie.

1.4.4 Mikrosfere

Staples, McPhee, Williams & Johnson (1993) het mikrosfere gebruik, wat bestaan uit 'n sentrale kern van aminosuur en 'n bindingsagent wat 'n pH sensitiewe polimeer is. Die bindingsagent is by 'n neutrale pH stabiel en by suur onstabiel wat beteken dat dit in die rumen stabiel is maar in die abomasum onstabiel. Metionien word dus in die abomasum vrygestel vir benutting. Staples *et al.* (1993) het die mikrosfere met melasse aan graan gebind en dit so aan skape op weiding gevoer. Die weidings eksperimente toon dat 'n verhoging in wolproduksie verkry kan word met aanvulling van 2 g metionien per skaap per dag (3 x per week aangevul). By jong hamels is die hoeveelheid wol wat tydens die behandeling geproduseer is, met tussen 6 en 27 % verhoog ($P < 0.001$). Die eksperimente het ook aangetoon dat dit onafhanklik is vir die tipe graan (lupiëne, gars en koring) wat

gebruik is. Die effek van beskermde aminosuuraanvulling op wol lengtegroei tempo ($P < 0.001$) en veseldikte ($P < 0.01$) was onafhanklik gewees van die vlak van ruvoer in die dieet, naamlik 20, 40 of 60 % van die ME-verskaffing. Veselsterkte is ook met 7 tot 10 % verhoog by enkelling- en tweelingooie in laatdragtigheid en vroeë laktasie.

1.4.5 Trigliseriedes

Orale aanvulling van metionien wat met trigliseriedes beskerm is beïnvloed plasma metionien konsentrasie terwyl DL-metionien of metionien analoë geen effek getoon het nie (Geiping & Menke, 1991).

1.4.6 Kaolien

Orale aanvulling van metionien wat met kaolien beskerm is beïnvloed plasma metionien konsentrasies terwyl DL-metionien of metionien analoë geen effek getoon het nie (Geiping & Menke, 1991).

1.5 Aminosuurbehoefte van skape

Volgens Kempton, Nolan & Leng (1977) word die aminosuurbehoefte van herkouers deur die volgende faktore beïnvloed, naamlik (soos deur Coetzee, 1988 uiteengesit is):

1. Fisiologiese status van die dier
2. Tempo van groei en produksie van die dier soos beïnvloed deur metaboliseerbare energie-inname
3. Liggaamsamestelling van die dier soos beïnvloed deur vorige voedingsgeskiedenis
4. Proporsie van verskillende aminosure geabsorbeer
5. Doeltreffendheid van mikrobiële proteïenproduksie en die netto beskikbaarheid daarvan

6. Patrone van rumenfermentasie omdat dit die produksie en beskikbaarheid van vlugtige vetsure wat glukogenies van aard is, beïnvloed
7. Behoefte aan glukose

Die aminosuurbehoefte in gram per dag is deur Coetzee (1988) vanuit resultate van verskeidenheid outeurs afgelei. Hieruit blyk dit dat die daaglikse gemiddelde aminosuurbenodighede van 'n skaap 2.9 ± 1.0 g metionien, 6.0 ± 1.5 g lisien en 5.3 ± 0.9 g treonien is, afhangend van faktore soos hierbo uiteengesit is. Hierdie behoefte word ook in terme van metaboliese massa ($W \text{ kg}^{0.75}$) uitgedruk, en dit is soos volg:

100 – 207 mg metionien/ $W \text{ kg}^{0.75}$

(Wakeling, *et al.*, 1970; Armstrong, 1973; Armstrong & Annison, 1973; Mercer & Miller, 1973; Reis *et al.*, 1973; Mitchell, 1974; Lewis & Mitchell, 1976)

250 – 450 mg lisien/ $W \text{ kg}^{0.75}$

(Wakeling, *et al.*, 1970; Armstrong & Annison, 1973; Brookes, *et al.*, 1973; Lewis & Mitchell, 1976)

260 – 340 mg treonien/ $W \text{ kg}^{0.75}$

(Wakeling, *et al.*, 1970; Armstrong & Annison, 1973; Mitchell, 1974)

1.6 Die benutting van laegraadse ruvoer

Leng (1990) se definisie van 'n lae kwaliteit ruvoer is 'n voerbron met 'n verteerbaarheid van minder as 55%, met 'n tekort aan ware proteïen en ook laag in oplosbare suikers en stysel (minder as 100g/kg). Die ruproteïeninhoud is minder as 80 g per kg.

Volgens Leng (1990) is daar verskeie faktore wat 'n invloed het op die doeltreffendheid waarmee herkouters lae kwaliteit ruvoer benut en dit sluit in:

1. Die beskikbaarheid van voedingstowwe in die voer vir doeltreffende mikrobiële groei en om 'n hoë tempo van vertering te kan onderhou vir optimale inname;
2. Die verhouding van oplosbare selkomponente tot onoplosbare selwandkoolhidrate in die ruvoer. Die verhouding beïnvloed die digtheid van die belangrike rumenmikroörganisme populasie soos bakterië, fungus en protozoa;
3. Die fisiologiese status en die vorige dieet en gesondheidsgeskiedenis van die dier wat die hoeveelheid en balans van voedingstowwe in die dieet bepaal;
4. Die termiese omgewing wat die behoefte bepaal van voedingstowwe vir oksidasie om die liggaamstemperatuur te behou en die balans van voedingstowwe vir anaboliese funksie beïnvloed;
5. Chemiese en fisiese eienskappe van 'n ruvoer wat die proporsie van voer wat in die rumen deur rumen mikroörganismes afgebreek word, bepaal en dus die hoeveelheid voedingstowwe wat beskikbaar is by die laer SVK vir vertering en absorpsie bepaal.

Die verteerbaarheid van swak kwaliteit ruvoer is egter laag, omdat die plantmateriaal 'n groot weerstand het teen afbraak. Daar is dus 'n verhoging in retensietyd van die ingesta in die retikulorum wat lei tot 'n verlaagde deurvloeitempo wat 'n beperking op voerinname plaas (Allden, 1981). Garg & Gupta (1992) het aangedui dat by diere wat alleenlik koringstrooi vreet, die mikrobiële aktiwiteite in die rumen laag is. Die tempo van verteering van organiese materiaal en vesel is dus ook laag. Garg & Gupta (1992) stel voor dat dit meestal as gevolg van die lae stikstof-, energie- en mineraalinhoud van koringstrooi is.

Perdok, Leng, Bird, Habid & Van Houtert (1988) het daarop gewys dat strooi 'n swak kwaliteit voer is, met 'n tekort aan oplosbare stikstof en minerale, sodat 'n aktiewe en

doeltreffende rumen mikrobiese ekosisteem, hoë voerinnames en verteerbaarheid nie onderhou kan word nie. Verder is die lipiedinhoud laag met 'n hoë potensiële verteerbare koolhidraatinhoud. Die ware verteerbaarheid van die koolhidrate is egter laag. Volgens Perdok *et al.* (1988) is daar 'n tekort aan voedingstowwe (Co en S) wat noodsaaklik is vir mikrobies vir die vertering van strooi. Voedingstowwe wat nodig is vir die algemene welstand van die dier (P, Na, Mg, Cu en Zn) kom ook in lae konsentrasies voor.

Tabel 1.7 Die gemiddelde voedingswaarde van die verskillende strooie in Suid Afrika (Van der Merwe & Smith, 1991)

Voer	Vog %	TRP %	VRP %	TVV %	VE MJ/kg	ME MJ/kg	RV %	EE %	AS %	NVE %	CA %	P %
Garsstrooi	8.0	4.0	0.2	40.0	7.4	6.0	35.0	1.6	7.4	44.0	0.28	0.10
Hawerstrooi	8.0	3.0	0.2	44.0	8.1	6.6	33.6	1.8	6.0	47.6	0.25	0.10
Koringstrooi	8.0	3.0	0.2	38.0	7.0	7.9	30.9	2.0	8.2	39.9	0.55	0.18

TRP - Totale ruproteïen

ME – Metaboliseerbare energie

NVE – N-vrye ekstrak

VRP – Veteerbare ruproteïen

RV – Ruvesel

CA - Kalsium

TVV – Totale veteerbare voedingstowwe

EE- Eter ekstrak

P - Fosfaat

VE – Veteerbare energie

AS - As

Volgens Preston & Leng (1987) soos aangehaal deur Leng (1991) is daar 'n wanbalans van proteïen en energie by lae kwaliteit weidings wat 'n toename in liggaamsmassa beperk. Leng (1991) stel voor dat deur die proteïen- tot energieverhouding van lae kwaliteit ruvoer reg te stel, die voeromsettingsverhouding en benutting daarvan verhoog kan word vir beeste en skape. Volgens Leng (1991) word die voedingswaarde van 'n voer eerder bepaal deur die doeltreffendheid van benutting as deur die metaboliseerbare energie-inhoud van die voer. Die doeltreffendheid van voerbenutting hang volgens Leng (1991) af van:

1. die balans van voedingstowwe beskikbaar aan die rumenmikroörganismes en
2. die hoeveelheid voedingstowwe en die balans daarvan beskikbaar aan die dier vanaf die vertering van die voer in verhouding met die benodighede van die dier.

Herkouers wat swak kwaliteit ruvoer ontvang, is omtrent geheel en al afhanklik van die eindprodukte van fermentering om aan hulle voedingstofbehoefte te voldoen (Leng, 1991). Oor die algemeen kan die voedingstowwe ingedeel word in glukogeniese- en asetogeniese vlugtige vetsure en komponente van mikrobiese selle (Leng, 1991). Komponente van mikrobiese selle is aminosure en langketting vetsure wat in die laer SVK verteer word (Leng, 1991). Die produksie van herkouers hang af van die proteïen- tot energieverhouding van geabsorbeerde voedingstowwe (Leng, 1991). Die verhouding van geabsorbeerde voedingstowwe hang weer af van die verhouding van mikrobiese sel tot vlugtige vetsuur (VVS) produksie in die rumen (Leng, 1991).

Pogings om die voedingswaarde van strooi te verhoog kan in twee breë kategorieë ingedeel word (Perdok *et al.*, 1988). Die eerste metode is waar die verteerbaarheid van strooi verhoog word en die tweede is waar die voedingsstofbalans reggestel word deur aanvullings, sodat die voedingstowwe wat geabsorbeer word, voldoen aan die voedingstofbehoefte van 'n produserende dier. Daar moet primêr aandag gegee word aan die balansering van die voedingstowwe wat die belangrike komponente vorm van weefselsintese (Leng, 1990).

1.6.1 Balansering van dieet met voedingstowwe wat essensieel is vir mikrobies

Die doeltreffendheid van mikrobiese groei is per definisie die verhouding van die mikrobiese sel sintese per eenheid ATP beskikbaar weens die omsetting van plantkomponente na vlugtige vetsure (VVS) (Leng, 1991). Die faktore wat die doeltreffendheid van netto mikrobiese groei en dus die P/E-verhouding in die voedingstowwe geabsorbeer vanaf ruvoer beïnvloed, is (Leng, 1991):

1. 'n optimale beskikbaarheid van die kritiese voedingstowwe vir mikrobiese groei (dit bepaal die doeltreffendheid van gebruik van ATP vir sintese van komponente van mikrobiese selle) en
2. die opbrengs van mikrobiese selle in die rumen en die mate waartoe dieetkomponente in die rumen gefermenteer word (dit

bepaal die kwantiteit van mikrobiese selle geproduseer in die rumen wat deurvloei na die laer SVK om daar verteer te word).

Die optimale doeltreffendheid van mikrobiese groei, wat beskryf word as gram droë sel produksie per mol ATP beskikbaar, is teoreties 30 g/mol ATP onder anaerobiese toestande wat algemeen in die rumen voorkom (Leng, 1990). Die doeltreffendheid van mikrobeproduksie is meer afhanklik van die beskikbaarheid van die beperkende voedingstowwe vir mikrobiese groei en dit kan enige van die volgende wees: makro minerale, mikro minerale, ammoniak, of enige voorlopers van mikrobiese selle (Leng, 1990). Die werklike behoefte sal afhang van die mikrobe ekosisteem wat weer beïnvloed word deur die hoof tipe koolhidraat en die hoeveelheid daarvan in die grondstof (Maeng *et al.*, 1989- aangehaal deur Leng, 1991).

Wanneer enige grondstof wat essensieel is vir mikrobiese groei ontbreek, is daar 'n netto afname in die doeltreffendheid waarmee die energie (ATP), wat beskikbaar kom tydens fermentasie, gebruik word vir mikrobiese selsintese (Perdok *et al.*, 1988). Daar is 'n kritiese vlak vir 'n voedingstof waarby die doeltreffendheid van mikrobiese groei sal afneem tot waar die mikrobiese-selpeel verminder. Bokant die kritiese vlak sal die progressiewe groei verhoog en dus die P/E-verhouding in die voedingstowwe geabsorbeer deur die dier tot 'n optimale vlak verhoog (Leng, 1991).

Soos vir enige tekorte van 'n voedingstof sal 'n tekort aan minerale in die rumen 'n verlaging van die groei doeltreffendheid van die mikrobies tot gevolg hê, wat weerspieël word in 'n laer verhouding van mikrobiese proteïen tot geproduseerde vlugtige vetsure met of sonder 'n verlaging in die verteerbaarheid (Leng, 1990). Soos die tekortkominge meer ernstig raak, sal die verteerbaarheid van die ruvoer afneem, die mikrobiese-poelgrootte sal afneem en daarna sal die voerinname afneem (Leng, 1990).

Die afbreek en vertering van voer is afhanklik van 'n aktiewe mikrobiese populasie (Moir & Harris, 1962 – aangehaal deur Allden, 1981) en daarom sal enige tekorte aan voedingstowwe vir mikrobiese behoeftes, wat tot 'n kleiner mikrobiese populasie lei,

weerspieël word in 'n laer verteerbaarheid (Alden, 1981). Soos dit deur Dunlop & McDonald (1986) uitgewys is, is daar 'n algemene tekort aan proteïene op swak kwaliteit weiding soos droë weiding en stoppellande en volgens Alden (1981) is dit onvoldoende om aan die voedingsbehoefte van mikroörganismes te voldoen. Daar ontstaan dus 'n wanbalans in die P/E-verhouding wat dan ook 'n energietekort by die dier veroorsaak (Egan & Moir, 1965).

Die voorsiening van voldoende $\text{NH}_3\text{-N}$ in die rumen om as bron vir mikrobiële groei te dien, is die eerste prioriteit om die fermentering van ruvoer te optimaliseer (Leng, 1990). Die ammoniakkonsentrasie in die rumen moet bokant 150 miligram (mg) N /liter (l) wees om strooi-inname te optimaliseer (Boniface, Murray & Hogan, 1986). Wanneer die verteerbaarheid van strooi deur middel van die nyloonsakkietegniek bepaal word, is die verteerbaarheid konstant wanneer die rumen-ammoniakkonsentrasie bokant 50-100mg N/l styg (Boniface *et al.*, 1986). Om die verteerbaarheid van die ruvoer te optimaliseer, is dikwels 'n laer mikrobiële groeidoeltreffendheid nodig as by die optimalisering van die P/E-verhouding (Leng, 1991). Die verhoging van die strooi-inname word beskou as die resultaat van die verbeterde P/E-verhouding wat dan 'n verbeterde mikrobiële groeidoeltreffendheid tot gevolg het (Leng, 1990). Die vlak van ammoniak wat benodig word om maksimum mikrobiële groei te bewerkstellig, is volgens Satter & Slyter (1974) en Leng & Nolan (1984) 50 mg N/l rumenvloeistof. Hoër vlakke mag egter benodig word om 'n maksimum fermentasietempo te verkry, soos byvoorbeeld die waarde van 235 mg/l rumenvloeistof wat deur Mehrez, Orskov & McDonald (1977) gevind is. Boniface *et al.* (1986) het gevind dat ammoniakvlakke in die rumen nooit laer as 200 mg N/l moet daal vir die optimale gebruik van ruvoer nie. Krebs & Leng (1984) vind dat wanneer die ammoniakkonsentrasie bokant die vlak van 50 mg/l is, word maksimum mikrobiële groei verkry wat lei tot verhoogde sellulose vertering. Waar 'n verbyvloei proteïene verskaf word, is dit slegs nodig dat 100 mg N/l vir optimale verteerbaarheid in rumen moet wees, omdat die verbyvloei proteïene net so effektief sal wees om die P/E-verhouding reg te stel (Leng, 1991).

Wanneer die rumen-ammoniakkonsentrasie van hamels bokant 50 mg/l rumenvloeistof styg, vind daar akkumulasie van ammoniak plaas (Roffler & Satter, 1975). Die ammoniakkonsentrasie in die rumen is ook nog afhanklik van die pH van die rumen omdat dit die $\text{NH}^3:\text{NH}^{4+}$ -verhouding beïnvloed (Smith, 1989 – aangehaal deur Leng, 1990). Die pH van die rumen is relatief hoog, tussen 6.4 en 7.0 wanneer geen konsentraatvoere aangevul word op lae kwaliteit ruvoer nie, maar sodra konsentrate met hoë hoeveelhede maklik fermenteerbare koolhidrate aangevul word, is daar 'n spoedige afname in die pH van die rumen wat tot 'n laer behoefte aan ammoniak lei (Leng, 1990).

Proteïenaanvullings dra ook by tot die ammoniak N-poel in die rumen deur direkte afbraak van oplosbare komponente deur mikrobies, of deur hersirkulering van N na die rumen weens die gedeelte van die aminosure wat gedeamineer word nadat dit geabsorbeer is (Leng, 1991). Leng & Nolan (1984) wys daarop dat die N vanaf ureum deur speeksel gehersirkuleer word na die rumen, of dit kan oor die rumenwand diffundeer.

Die byvoeging van proteïene as bron van N het 'n verhoging in mikrobiese proteïenproduksie tot gevolg en dus ook 'n verhoging in die deurvloei van proteïene na die laer SVK (Hume, 1970). Wanneer ammoniak die enigste bron van N vir mikroörganismes is, is daar relatief min groei van mikroörganismes waargeneem (Argyle & Baldwin, 1989). Waar aminosure en peptiedes aan die mikrobies teen 100 miligram per liter (mg/l) voorsien is, was daar 'n viervoudige verhoging in die groei van mikroörganismes (Argyle & Baldwin, 1989). Argyle & Baldwin (1989) voel dat die groeierespons wat op aanvulling van aminosure en proteïene verkry word, eerder weens die hoeveelheid aminosure wat aan mikroörganismes aangevul word en nie weens die verskaffing van beperkende aminosure nie. Rumenbakteriële groei word grootliks gestimuleer deur aminosure en peptiede wat tot die rumen aangevul word (Argyle & Baldwin, 1989).

Maeng *et al.* (1989) is deur Leng (1990) aangehaal wat daarop wys dat die variasie in resultate van verskillende navorsingsprojekte soos deur Leng & Nolan (1984) aangehaal is, is as gevolg van die bron van koolhidrate wat as substraat vir mikroörganismes

beskikbaar is. Hulle dui daarop dat die bronne van N verskillend deur verskillende mikrobies benut word en dat sellulolitiese organismes nie aminosure tot dieselfde mate as organismes wat stysel of suikers as substraat gebruik, benodig nie.

Verskeie van die voedingstowwe wat kort kom in swak kwaliteit ruvoere soos Mg en P (Perdok *et al.*, 1988), is ook voedingstowwe wat mikrobiese groei en die benutting van swak kwaliteit ruvoer kan benadeel wanneer daar tekorte voorkom (Leng, 1990). Waar proteïenaanvullings gebruik word saam met swak kwaliteit ruvoer is daar normaalweg nie 'n tekort aan P nie (Leng, 1990). Alhoewel Mg 'n vereiste is vir die optimale benutting van swak kwaliteit ruvoer kom dit gewoonlik nie alleen as 'n tekort voor nie. Dit kom wel as 'n tekort saam met ander minerale voor en kan maklik reggestel deur "shot gun" mineraalmengsels (Leng, 1990). Volgens Leng (1990) wil dit voorkom of daar selde 'n tekort aan aminosure, peptiedes en vertakte ketting vlugtige vetsure sal ontstaan by sellulolitiese bakterië. Die behoefte aan daardie voedingstowwe in katalitiese hoeveelhede deur sellulolitiese bakterië bestaan wel, maar dit is selde dat konsentrasies in die rumen tot sulke lae vlakke sal daal (Leng, 1990).

Strooi se verteerbaarheid kan verhoog word wanneer maklik fermenteerbare voer aan herkouters gevoer word (Juul-Nielsen, 1981 en Siva & Orskov, 1985 - aangehaal deur Perdok *et al.*, 1988). Maklike verteerbare komponente kan die hoeveelheid bakterië in rumenvloeistof verhoog en dus word die hoeveelhede bakterië wat op die strooipartikels koloniseer verhoog of groei van fungi word gestimuleer. By die stimulerings van die groei van fungus is die voerpartikels makliker afbreekbaar (Akin *et al.*, 1983 – aangehaal deur Perdok *et al.*, 1988). Dit lei tot makliker herkous van voedsel, vinniger afbreek van voerpartikels, verhoging in fermentasie en verhoogde uitvloei van moeilik degradeerbare partikels uit die rumen.

Daar is aangetoon dat die verlies van protozoa, 'n verbetering toon in die produksie van herkouters. Wolproduksie is verhoog by gedefauneerde skape wat behandelde en onbehandelde strooi ontvang het en ook wat groen weiding of droë weiding gekry het (Perdok *et al.*, 1988). Die verhoogde produktiwiteit wat verkry word, is as gevolg van

verhoogde bakteriese en fungiale biomassas in die rumen en ook weens die hoër verteerbaarheid van strooi (Perdok *et al.*, 1988). By die skape wat gedefauneer is, was daar 'n verhoogde wolproduksie en Bird & Leng (1985) soos aangehaal deur Perdok *et al.* (1988) se verklaring hiervoor is die verhoogde swawelbevattende aminosure wat in die post ruminale SVK geabsorbeer word.

Op strooi gebaseerde diëte maak protozoa egter slegs in 'n klein proporsie van die totaal mikrobebevolking uit. Veira, Ivan & Juri (1983) stel voor dat daar nie 'n groot toename in die mikrobiese proteïen beskikbaarheid aan die dier met defaunering sal wees nie. Die verhoging in produksie is dus moeilik om te verklaar, omdat daar nie 'n samelopende verhoging in verteerbaarheid en/of inname van voer was nie (Perdok *et al.*, 1988). Latere proewe met lammers het egter getoon dat daar 'n verhoging in die inname van koringstrooi was, met 'n verdere verhoging in liggaamsmassa en wolproduksie by lammers wat gedefauneer is (Perdok *et al.*, 1988).

Leng (1991) het gevind dat die asetogeniese substrate ondoeltreffend gebruik word op diëte waarvan die P/E-verhouding van geabsorbeerde voedingstowwe laag is en dit lei tot 'n groot proporsie wat vir hitteproduksie gebruik word. In voedingsproewe is die doeltreffendheid van die gebruik van voedingstowwe vir groei verhoog deur die P/E-verhouding te verhoog met behulp van deurvloei proteïen of deur die mikrobiese samestelling in die rumen te verander soos deur die rumen te defauneer (Leng, 1991).

Cottle (1988b) het 'n verhoging van 6.5 % in gedefauneerde hamels gevind en die swawelinhoud van die wol van gedefauneerde diere is 3 % hoër as by hamels wat gedefauneer is. Cottle (1988b) wys daarop dat weens 'n lae koste van defaunering, slegs 'n klein verhoging in wolproduksie benodig word om dit ekonomies te regverdig by superfynwol Merinos.

Verskeie middels soos Flavomisin (Aitchison, Ralph & Rowe, 1989a; Aitchison, Tanaka & Rowe, 1989b; Murray, Rowe & Aitchison, 1990; Murray, Winslow & Rowe J.B., 1992), Tetronasin (Graham, 1988; Aitchison *et al.*, 1989a, 1989b) en Virginiamisin

(Nagaraja, Taylor, Harmon & Boyler, 1987; Murry, Rowe, Aitchison & Winslow, 1992a) en ionofore (Graham, 1988) wat die rumen mikrobiële samestelling op een of ander wyse beïnvloed, is beskikbaar. Die aanwending van bogenoemde middels lei tot 'n verhoging in produksie weens die meer doeltreffende benutting van voer of die vermindering van produkte wat 'n stremming op mikrobiële aktiwiteite plaas of stremming wat direk op diereproduksie geplaas word (Nagaraja *et al.*, 1987 en MacRae & Lobley, 1991).

1.6.2 Die aanvulling van voedingsbronne saam met swak kwaliteit ruvoer

Die swak uitgroei van die jong skape is 'n wesenlike probleem en daarom moet daar addisionele aanvullings in periodes van voedingskaarste voorsien word (Coetzee, 1990). Daar moet eerstens gepoog word om die doeltreffendheid van mikrobiële fermentasie te verhoog deur die verskaffing van maklik fermenteerbare stikstof of 'n kombinasie van maklik fermenteerbare stikstof en koolhidrate (Cronje, 1990). Dit mag die potensiële verskaffing van energie aan die dier verhoog weens die verbeterde omsetting van lae kwaliteit ruvoer na bruikbare voedingstowwe en ook weens 'n verhoogde inname as gevolg van 'n vinniger deurvloei van voedingstowwe in die SVK (Cronje, 1990). Daar kan ook 'n verhoogde mikrobiële proteïendevloei wees na die laer SVK (Cronje, 1990). Enige verbetering in die doeltreffendheid van mikrobiële fermentering in die rumen sal tot 'n verbeterde proteïen- tot energieverhouding (glukose voorlopers tot asetaatverhouding) van totale voedingstowwe lei wat deurvloei na die laer SVK (Preston & Leng, 1987 – aangehaal deur Cronje, 1990).

By herkouters wat lae kwaliteit ruvoer ontvang, is die hoofdoel van aanvulling om die tekorte in die dieet wat in die rumen, die dier of beide mag voorkom, reg te stel of om die inname van die ruvoer te verhoog (Dann & Coombe, 1987). Die energie-inname deur enige dier dien as die pasaangeër vir produksie en die behoefte aan ander voedingstowwe word ook daardeur bepaal, maar die verteerbaarheid van die voer bepaal hoeveel energie aan die dier beskikbaar is (Coetzee, 1988).

Met byvoeding by die wolskaap is 'n verhoging in die veseldeursnit van wol verkry. Die grootste voordeel is dat die treksterkte van vesels verhoog word en dat die breek nader aan die tip van die vesel voorkom (Rowe, Brown, Ralph, Ferguson & Wallace, 1989). Wanneer geen aanvulling in die winterreënvalgebied gegee word nie, ontstaan die breek in die wol by die aanvang van die wintergroenweidingsperiode en met aanvulling ontstaan die breek by die aanvang van die somervoerprogram. Rowe *et al.* (1989) stel voor dat aanvulling nie vroeg genoeg begin in die somervoerperiode om normale vlakke van wolgroei en sterkte te handhaaf nie.

Volgens Allden (1969) en Freer, Dove, Axelsen, Donnelly & McKinney (1985) is die hoofdoel met die aanvulling by lammers met swak kwaliteit ruvoer, om die liggaamsmassa te handhaaf of te verhoog. Die aanvulling van proteïenryke voere kan volgens Freer, Dove, Axelsen & Donnelly (1988) en Doyle, Dove, Freer, Hart, Dixon & Egan (1988) 'n verhoging in ruvoeriname veroorsaak. Freer *et al.* (1985) het weer geen invloed op ruvoeriname verkry nie. Met aanvulling van konsentrate kan substitusie van die weiding plaasvind wat volgens Doyle *et al.* (1988) bepaal word deur die hoeveelheid konsentraat ingeneem en die eienskappe van die ruvoer.

Die effek van konsentrate op ruvoeriname kan beskryf word as die substitusie tempo ("substitution rate", SR) wat bepaal kan word deur effek op ruvoeriname met konsentraat ingeneem (Lloyd & Lloyd Davies, 1992). Wanneer hierdie SR negatief is, beteken dit dat die konsentraat ingeneem, ruvoeriname stimuleer. Wanneer hierdie waarde groter as 1 is, beteken dit dat die konsentraat ingeneem die ruvoeriname onderdruk met 'n groter hoeveelheid as konsentraat ingeneem (Dixon, 1985 – aangehaal deur Lloyd & Lloyd Davies, 1992). Volgens Rowe, Tudor, Dixon & Egan, (1991) speel die kwaliteit van die ruvoer 'n rol by die substitusie effek. Dit wil voorkom of ruvoer van swak kwaliteit (lae verteerbaarheid rondom 45 %) se inname gestimuleer word met byvoeging van konsentraatvoere tot waar die konsentraatvoer omtrent 20 % van totale dieet uitmaak. By goeie kwaliteit ruvoer (hoë verteerbaarheid rondom 60 %) vind daar substitusie plaas van die basale rantsoen sodra konsentraatvoere bygegee word al is dit slegs teen klein hoeveelhede (Rowe *et al.*, 1991).

Die suksesvolle aanvulling van voedingstowwe gaan afhang van die regte hoeveelheid op die regte tyd in ooreenstemming met die voedingsbehoefte van die dier (soos in hierdie geval die jong groeiende skaap) wat dan ook ekonomies geregverdig word (Coetzee, 1990). Die doeltreffendheid van die verbruik van strooi en strooi-gebaseerde diëte met 'n ME:droëmateriaalverhouding (M/D) van 5.5 tot 8.0 kan met die regte aanvulling verhoog word tot bokant die doeltreffendheid van benutting van graangebaserde diëte (M/D 12 tot 14) (Leng, 1990 – aangehaal deur Leng, 1990).

1.6.2.1 Aanvulling van ureum en maklik fermenteerbare energiebron

Die aanvulling van ureum, maklik verteerbare energie en minerale by 'n lae kwaliteit ruvoerdieet, stimuleer ruvoerinnname, verhoog wolgroei, handhaaf lewende liggaamsmassa of afname in liggaamsmassa word verminder (Coombe, 1981 – aangehaal deur Coombe & Mulholland, 1983).

Met die vergelyking van diere wat koringstrooi vreet, het Aitchison, Rix & Rowe (1988) gevind dat daar geen effek op liggaamsmassa of wolproduksie was met ureumaanvulling nie. Wanneer die ureumaanvulling tot koringstrooi met ureumbehandelde koringstrooi vergelyk word, is daar 'n beter respons waargeneem in terme van liggaamsmassa waar ureumbehandelde koringstrooi verskaf is maar geen effek is op wolproduksie waargeneem nie (Aitchison *et al.*, 1988).

Metionien is die eerste beperkende aminosuur by lammers waar slegs ureum aangevul word tot 'n swak kwaliteit ruvoerdieet, gevolg deur lisien en treonien as die volgende beperkende aminosure (Nimrick, Hatfield, Kamminsji & Owens, 1970b). Omdat die metionienbehoefte vir wolgroei hoog is (Reis, 1979), is dit voor die handliggend dat daar 'n swak respons op wolgroei sal wees met aanvulling van ureum.

Swak kwaliteit weiding word geassosieer met 'n lae N-inhoud wat verteerbaarheid en inname onderdruk weens verlaagde mikrobiële aktiwiteite (Allden, 1981). Met die

regstelling van die stikstofinhoud van die rantsoen deur aanvulling, word 'n hoër produksierespons verkry weens 'n verhoogde voerinname wat verkry word deur verhoogde N in die dieet (Allden, 1981). Fick, Ammerman, McGowan, Loggins & Cornell (1973) het dan ook aangetoon dat 'n verhoging in die inname van dieet sowel as 'n verhoging in die verteerbaarheid van die dieet verkry is met NPN- en plantproteïënaanvulling. Met aanvulling van ureum het Elliott, McMeniman, Norton & Calderon Cortès (1984) gevind dat daar 'n liniêre verhoging in die vrywillige voerinname met 'n toename in rumen ammoniakkonsentrasie was tot 70 mg/l rumen vloeistof. Roffler, Schab & Satter (1974) het dieselfde tendens waargeneem tot op 'n ammoniakkonsentrasie van 50 mg/l.

Dit is moontlik dat ander voedingstowwe 'n beperking plaas op groei en wolproduksie. Met mineraalaanvulling tot ureum- en strooigebasseerde diëte het Mulholland, Coombe & McManus (1976a) 'n verhoging in die lewende liggaamsmassa by jong skape verkry. Volgens Leng *et al.* (1977) soos aangehaal deur Leng (1991) is daar slegs 'n vermindering in die tempo van afname van liggaamsmassa verkry met aanvulling van ureum en minerale. Hulle wys daarop dat geen effek op wolproduksie verkry word met die aanvulling van ureum en minerale nie.

Stikstof en swawel is essensieel vir rumen mikroörganismes en dus ook vir rumenfermentering (Rowe *et al.*, 1991). Hierdie voedingstowwe kan ekonomies verskaf word deur aanvulling van NPN-bronne en anorganiese swawel (Rowe *et al.*, 1991). Wanneer ureum plus swawel aangevul word, is geen verbetering in produksie waargeneem nie (Butler, 1981) en volgens Mulholland *et al.* (1976a) is die rede daarvoor weens 'n tekort aan energie. Mulholland, Coombe & McManus (1974) stel voor dat die swak respons ook as gevolg van onvoldoende N-inname kan wees, omdat ureum baie onsmaklik is. Butler (1981) stel gevolglik voor dat 'n maklik beskikbare bron van energie nodig mag wees om doeltreffend van die ureum-N gebruik te maak. Wanneer skape in krale gevoer is, is die beste resultate met die inname van die basale rantsoen verkry deur aanvulling van S en N. Die basale rantsoen was egter laag in hierdie voedingstowwe wat aangevul was (Rowe *et al.*, 1991).

Dit is duidelik dat skape op stoppellande nie dieselfde respons toon met aanvulling van N en S as skape wat in die kraal gevoer is nie. Die rede hiervoor is volgens Rowe *et al.* (1991) die feit dat daar gewoonlik voldoende groenmateriaal en sade is waaruit voldoende N en S geselekteer kan word vir doeltreffende rumenfunksie. Mulholland, Coombe, Freer & McManus *et al.* (1976b) het gevind dat skape wat op graanstoppellande wei, altyd intensief vir groen plantmateriaal selekteer, en daarna sal hulle tussen die dooie ruvoer selekteer wat tot gevolg het dat voldoende stikstof ingeneem word. Op weiding of op die veld is N gewoonlik nie die voedingstof wat groei beperk nie, omdat seleksie van plantdele plaasvind (Mulholland *et al.*, 1976b). Rowe *et al.* (1991) stel voor dat wanneer die respons van konsentraatvoere op liggaamsmassa van kraalgevoerde diere bestudeer word, daar voldoende S en RDP verskaf moet word sodat bogenoemde faktore uitgeskakel kan word.

Coombe & Mulholland (1983) het gevind dat wanneer ureummelasse lekke op onkruidvrye hawerstoppellande aangevul is, die effek op die vermindering van liggaamsmassaverlies onbevredigend was, alhoewel daar 'n verhoging van die rumenammoniakkonsentrasie bokant 50 mg/l rumen vloeistof was. Die vlugtige vetsuur produksie is nie-betekenisvol verhoog wanneer ureum, met of sonder energie, op onkruidvrye stoppellande aangevul is nie (Coombe & Mulholland, 1983). Butler (1981) het weer gevind dat wanneer ureum sowel as melasse aangevul word, daar by volwasse skape 'n verbetering in liggaamsmassa waargeneem is wanneer hulle onkruidvrye graanstoppels bewei, maar by jong gespeende lammers het Cottle (1988a) weer geen invloed waargeneem nie.

Met vier jaar oue hamels is gevind dat die ruvoerinnome gestimuleer word wanneer ureum, swawel (Na_2SO_4) en sukrose aangevul is, maar nie wanneer net ureum en swawel aangevul is nie (Butler, 1981). Die verteerbaarheid is slegs verhoog met 3.5 eenhede wanneer ureum, swawel en sukrose aangevul is (Butler, 1981). Faichney (1965) het weer gevind dat die ureum plus sukrose aanvulling verteerbaarheid van hawerstrooi verlaag.

By laasgenoemde geval is daar egter hoër vlakke gevoer. Volgens Faichney (1965) is energie nie die beperkende faktor op strooigebaseerde diëte nie.

Melasse met 3 %, 5 % of 8 % ureum wat as aanvulling dien in tye van droogte, het geen betekenisvolle ($P < 0.05$) effek op daaglikse gemiddelde liggaamsmassaveranderinge van Merinohamels gehad nie (Cobon, McKenna, Murphy & Shepherd, 1988). Wanneer 4 % sout bygevoeg word by melasse waarin 3 % ureum opgelos is, is daar 'n betekenisvolle ($P < 0.05$) effek op liggaamsmassaveranderinge verkry. Volgens Cobon *et al.* (1988) is daar 'n tekort aan Na as gevolg van hoë K-inhoud van melasse. Hulle voel dat dit moontlik die rede is vir die goeie resultate met soutaanvulling. Bird, Rainnie, Cobon & Stephenson (1988) het ook gevind dat die groeitempo van nege maande oue hamels betekenisvol ($P < 0.05$) verhoog word wanneer skape gefortifiseerde melasse gevoer word waarin 3 % ureum en 1% sout opgelos is. Verder het Nolan, Norton, Murray, Ball, Roseby, Rohan-Jones, Hill & Leng (1975) gevind dat die aanvulling van 'n ureummelasse lek by 'n swak kwaliteit weiding die verlies van liggaamsmassa verminder en wolgroei verhoog teenoor geen aanvulling. Hierdie reaksie is volgens Nolan *et al.* (1975) weens die effek van energie-aanvulling en nie as gevolg van stikstofaanvulling nie.

Sudana & Leng (1986) het daarop gewys dat lammers wat koringstrooi ontvang se $\text{NH}_3\text{-N}$ vlakke deurgaans bokant 200 mg/l is wanneer hulle aan 'n ureummelasse lek blootgestel is. Wanneer ureum, melasse en minerale aan beeste gevoer word, is daar 'n betekenisvolle ($P < 0.01$) verhoging van die verlies van organiese materie van koringstrooi uit nylonsakkie waargeneem (Garg & Gupta, 1992). Stikstof, energie en minerale was in voldoende hoeveelhede beskikbaar vanaf hierdie tipe aanvullings (Sudan & Leng, 1986). Volgens Grag & Gupta (1992) kan dit tot verhoogde verteringsaktiwiteite in die rumen lei. Verhoogde sellulose verteerbaarheid word dus verkry as gevolg van ammoniakkonsentrasie wat hoër as die minimum is wat nodig is vir maksimum mikrobiese groei (Krebs & Leng, 1984).

Daar is swak aanvaarding van die ureummelasse mengsel in die vorm van lekblokke en die diere moet eers geleer word om dit te vreet (Butler, 1981). Wanneer hamels geleer het om die lekblokke wat ureummelasse bevat te vreet, is dit 'n doeltreffende wyse van aanvulling om liggaamsmassa afname te verhoed, maar nie vir wolproduksie nie (Butler, 1981). Mulholland & Coombe (1979) wys daarop dat die aanvulling van energie en N (ureummelasse-aanvullings) saam met swak kwaliteit ruvoer, in die kraal, lei tot verhoogde voerinnames, verlaging in liggaamsmassaverlies en verhoging in wolgroei. Onder weidingstoestande is egter variërende resultate verkry. By lae kwaliteit ruvoer, soos koringstoppels, is gevind dat die groeierespons op die aanvulling van ureummelasse, relatief min is (Mulholland & Coombe, 1979). Daar is 'n wye reeks van innames van ureum, minerale en ureummelasse lekke by weidende skape waargeneem (Nolan *et al.*, 1975; Mulholland & Coombe, 1979). Volgens Mulholland & Coombe (1979) neem sommige skape te veel ureum in wat produksie kan benadeel. Daar is ook skape wat te min van die lek inneem en gevolglik is die reaksie op produksie klein (Mulholland & Coombe, 1979). Mulholland & Coombe (1979) stel voor dat daar effektiewe metodes van lekaanvulling ondersoek moet word, sodat voldoende en minder variërende innames verkry kan word. Met aanvulling van 4-8 % melasse by soutlekke is die aanvaarding daarvan verhoog (Rocks, Wheeler & Hedges, 1980). Met aanvulling van 1-2 % melasse het Rocks *et al.* (1980) geen verhoging in die aanvaarbaarheid van soutlekke verkry nie.

Ureummelasseblokke verhoog strooi-inname bokant vlakke van slegs ureumaanvulling (Sudana & Leng, 1986). Volgens Sudana & Leng (1986) wil dit voorkom of die effek weens die verhoging in voedingstofverskaffing aan die dier self is, eerder as verbeterde rumenvertering, omdat geen voordeel op vertering waargeneem is nie. Daar word aangeneem dat 'n verhoging in die mikrobiële proteïenproduksie en verhoogde deurvloei na die laer SVK, 'n verhoging in wolgroei sou teweeg bring. Daar was wel 'n effense verhoging in wolgroei met aanvulling van ureum gewees, maar wanneer ureummelasse aangevul is, is geen verdere verhoging waargeneem nie, alhoewel die voerinnames met laasgenoemde verhoog is (Sudana & Leng, 1986).

Vir groei en vetmaak van diere kan tot 25 % van dieetstikstof vervang word met NPN verbindings soos ureum (Bondi, 1987). Ureum besit geen energie of swawel nie en daarom is dit nodig om koolhidrate en minerale by ureum aan te vul vir doeltreffende benutting (Bondi, 1987). Alhoewel daar in die voorafgaande gedeelte slegs na melasse as energiebron saam met ureum verwys is, word daar aanbeveel dat die aanvulling van styselbevattende koolhidraatbronne soos kleingrane eerder saam met ureum gebruik moet word (Bondi, 1987).

1.6.2.2 Aanvulling van kleingrane

Kleingrane word algemeen gebruik as 'n energie supplement gedurende droogtes wanneer die voedingskwaliteit van weiding laag is (Warren, Neutze, Morrison & Nicholls, 1988). Die keuse van die graan wat die beste vir aanvulling op laegraadse weiding vir skape gaan wees, gaan bepaal word deur die doeltreffendheid waarmee dit benut word, die gemak van gebruik, die voorkoms van verteringsprobleme en die koste daarvan (Morcombe & Ferguson, 1990). Rowe (1986) wys daarop dat speenlammers 40 tot 80 g lewende liggaamsmassa per lam per dag kan verloor, sodra die blaarmateriaal en die vermorsde pitte op kleingraanstoppellende opgevrete is. Daar is 'n sterk moontlikheid dat lammers wat minder as 20 kg weeg mag sterf indien aanvulling nie verskaf word nie (Rowe, 1986).

Die belangrikste voedingsbehoefte van groeiende lammers is voldoende metaboliseerbare energie en proteïen (Kempton et al., 1978 – aangehaal deur Hynd & Allden, 1986). Grane verskaf voldoende metaboliseerbare energie vir groei, maar het 'n tekort aan proteïen en verder kan grane ook spysverteringsteurnisse veroorsaak (Bartsch & Valintine, 1986 – aangehaal deur Hynd & Allden, 1986).

Tabel 1.8 Die gemiddelde voedingswaarde van die verskillende kleingrane in Suid Afrika (Van der Merwe & Smith, 1991)

Voer	Koring	Gars	Hawer	Triticale
DM (%)	90.0	90.0	90.0	89.0
TRP (%)	12.0	9.0	9.5	8.5
VRP (%)	10.0	7.0	8.0	7.0
TVV (%)	80.0	78.0	67.0	82.0
VE (MJ/kg)	14.7	14.3	12.3	15.1
ME (MJ/kg)	12.1	11.8	10.1	12.4
RV (%)	2.5	6.1	11.3	2.2
EE (%)	1.8	1.9	4.5	4.4
AS (%)	1.5	2.6	3.4	1.3
NVE (%)	72.2	70.4	61.3	72.6
Ca (%)	0.04	0.06	0.15	0.02
P (%)	0.4	0.33	0.50	0.20
Aminosuurinhoud (%)				
Metionien	0.19	0.17	0.16	0.20
Lisien	0.36	0.37	0.40	0.43
Treonien	0.40	0.34	0.35	0.42

TRP - Totale ruproteïen

VRP - Verteerbare ruproteïen

TVV - Totale verteerbare voedingstowwe

VE - Verteerbare energie

ME - Metaboliseerbare energie

RV - Ruvesel

EE- Eter ekstrak

As - As

NVE - N-vrye ekstrak

CA - Kalsium

P - Fosfaat

Lammers wat onder droogtetoestande op die veld groot gemaak word, se oorlewing kan verseker word deur graanaanvulling te verskaf. Kenney (1986) soos aangehaal deur Kenney (1987) het gevind dat beter resultate verkry word met koringaanvulling by lammers in tye van droogte as wanneer hawer aangevul word. Kenney (1981) het egter weer beter oorlewing van volgroeide hamels met haweraanvulling teenoor koringaanvulling verkry. Kenney (1987) se verklaring hiervoor is dat volwasse diere die hawer met die hoë veselinhoud beter kan benut as lammers.

Rowe *et al.* (1989) wys daarop dat die gebruik van gars om 'n korttermyn voedingsprobleme te oorkom, van min waarde is weens hoë inhoud van maklik fermenteerbare stysel van gars in vergelyking met die ander kleingrane. Wanneer maklik fermenteerbare stysel saam met ruvoer verskaf word, is daar 'n afname in die verteerbaarheid van vesel waargeneem (Mulholland *et al.*, 1976a). Die hoë inhoud van stysel in gars in vergelyking met hawer en lupiene is moontlik die rede vir die afname in die doeltreffendheid van gebruik van gars as aanvulling op ruvoergebaseerde diëte (Rowe *et al.*, 1989).

Wanneer die pH in die rumen van 6 na 5 daal kom die grootste effek voor wanneer daar akkumulاسie van laktaat plaasvind maar met die pH wat verder verlaag na pH 4, was daar nie 'n verdere akkumulاسie van laktaat waargeneem nie (Ha, Emerick & Embry, 1983). Wanneer die pH onder 6 daal is daar 'n verlaging in die totale VVS-produksie waargeneem en die verhouding van asetaat tot propionaat het ook verander, met 'n toename in asetaat en gevolglik 'n proporsionele daling in die propionaat-inhoud (Ha *et al.*, 1983)

Mould & Orskov (1983) het gevind dat die sellulolitiese proses geïnhibeer word wanneer die pH daal weens groot hoeveelhede maklik fermenteerbare koolhidrate wat ingeneem is. Die konsentrasie van sellulolitiese mikroörganismes het gedaal van 10^6 tot 10^4 per 100 ml rumenvloeistof (Mould, Orskov & Mann, 1983). Daar is ook gevind dat die hoogste konsentrasie van sellulolitiese bakterië van 10^7 per 100ml rumenvloeistof verkry is met die byvoeging van 25 % gars (Mould *et al.*, 1983). Mould *et al.* (1983) het gevind dat die hoeveelheid mikroörganismespesies in die rumen verlaag word met 'n verhoging van konsentraatvoeding. Met die byvoeging van 'n buffer by konsentrate (NaHCO_3 , 66% + KHCO_3 , 34%) is slegs 'n gedeeltelike vermindering van die afname in veselvertering waargeneem (Mould *et al.*, 1983).

Volgens Rowe *et al.* (1991) wil dit voorkom of die totale rantsoen, met ander woorde die ruvoer sowel as die konsentraat, se verteerbaarheid verhoog word met die byvoeging van 'n klein hoeveelheid maklik fermenteerbare koolhidraatbron by 'n swak kwaliteit ruvoer.

Volgens Dixon (1986) kan die effek weens die lae beskikbaarheid van voedingstowwe vir mikroörganismes wees. Die verteerbaarheid van lae en hoë kwaliteit ruvoer verskil wanneer 'n klein hoeveelheid konsentraat aangevul word. Rowe *et al.* (1991) stel voor dat ander faktore wat gekorreleerd is met verteerbaarheid, en nie die verteerbaarheid van die ruvoer self nie, betrokke is by die verskille wat in die verteerbaarheid van lae en hoë kwaliteit ruvoer voorkom.

Veservertering in die rumen word meer verlaag by grasagtige ruvoer as nie-grasagtige ruvoer wanneer konsentrate aangevul word (Dixon, 1986). Hierdie verlaging in veservertering was direk afhanklik van die tempo van DM-vertering van ruvoer in tye van geen konsentraataanvulling nie, en ook weens die selluloseinhoud van die ruvoer (Dixon, 1986).

Soos Mould *et al.* (1983) het Lloyd & Lloyd Davies (1992) ook gevind dat SBV-verteerbaarheid onderdruk word wanneer die konsentraatinhoud in die rantsoen verhoog word. Verder het Lloyd & Lloyd Davies (1992) gevind dat SBV-verteerbaarheid meer beïnvloed word as NBV-verteerbaarheid. Verhoogde konsentraatvoeding lei tot 'n verlaging in rumen pH, wat moontlik die oorsaak is vir laer veservertering weens 'n afname in sellulolitiese bakterië in die rumenvloeistof (Mould *et al.*, 1983).

Kleingrane soos koring en gars met 'n lae veselinhoud en met hoë konsentrasie maklike fermenteerbare koolhidrate kan asidose by diere veroorsaak (Aitchison, 1985). Akute asidose kan lei tot verlies van eetlus, massaverlies en selfs die dood (Aitchison, 1985). Subkliniese asidose veroorsaak verlaagde kuddeproduksie en verlaagde inname (Aitchison, 1985). Foutiewe aanvulling kan dus die veservertering en inname verlaag terwyl dit ook wanbalanse tussen voedingstowwe kan skep, waardeur die potensiële voordeel van aanvulling geneutraliseer kan word (Coetzee, 1990).

Met die byvoeging van stysel is daar 'n verhoging in voedselinname, lewende liggaamsmassa en wolproduksie waargeneem, maar daar was 'n afname in die verteerbaarheid van hawerstrooi (Mulholland *et al.*, 1976a). Met byvoeding van

kleingrane op ruvoergebaserde diëte is daar dus aanduidings dat dit onproduktief is weens die onderdrukking van veselvertering en verlaging van voerinnome (Leng, 1990). Die voedingstowwe wat beskikbaar is vir die dier is ook nie gebalanseerd nie, en dus word geen verbetering in die mikrobiële sel tot vlugtige vetsuurproduksie met kleingraanaanvulling verkry nie (Leng, 1990). Lee, Hennessy, Nolan & Lang (1987) wys daarop dat wanneer lae kwaliteit ruvoer met kleingraanaanvulling gebalanseer word, daar 'n betekenisvolle verhoging in produksie verwag kan word.

Langlands (1969) het gevind dat die weidingsinnome verlaag word met aanvulling van koring. Met hoë veeladings was die afname in weidingsinnome laer as by lae veeladings (Langlands (1969). Foot, McIntyre & Heazlewood (1983) het opgemerk dat substitusie van volwasse klawerweiding in die somermaande voorkom wanneer hawer aangevul word. Hierdie substitusie het egter geen nadelige effek op liggaamsmassaverandering en wolgroei gehad nie (Foot *et al.*, 1983). Met vlakke van 250 g gars/s/d het Arnold & Wallace (1977) ook substitusie van koring kaf bemerk.

1.6.2.3 Aanvulling van verrykte kleingrane

Voere wat laag is in proteïene verlaag mikrobiële fermentasie. Dit lei tot ondoeltreffende benutting van energie. Die verlaging in aminosuurinnome en beskikbaarheid in die laer SVK beperk dus wolgroei (Aitchison, 1985).

Skoonwolproduksie is nie betekenisvol ($P=0.24$) verhoog met die aanvulling van stikstofverrykte hawer, gars en tritcale aan ooie wat koringstoppellende beweie nie (Cloete & Brand, 1990). Cloete & Brand (1990) het ook gevind dat lewende liggaamsmassa hoër was met die aanvulling van stikstofverrykte gars as met stikstofverrykte hawer of tritcale.

Butler & McDonald (1986) wys daarop dat in die geval van jong groeiende lammers die ruproteïeninhoud van hawer, wat algemeen as supplement gebruik word, te laag is om aan hulle voedingsbehoefte te voldoen. Hulle het gevind dat gespeende Merinolammers wat

koringstoppels bewei, 'n respons toon in liggaamsmassatoename, wanneer hawer (ruproteïëinhoud van 9 %) met 1.25 % of 2.16 % ureum bespuit is. Butler, King & McDonald (1987) het 'n 30 % toename in groeitempo verkry met die aanvulling van ureumverrykte hawer aan gespeende Merinolammers wat koringstoppels bewei.

Wanneer die vlakke van ureumbespuiting 3 % van die totale supplement bereik, is daar 'n afname in die inname van hawer waargeneem (Butler *et al.*, 1987). Butler & McDonald (1986) het weer 'n verlaging in inname waargeneem by vlakke van 2.2 %. Die afname mag weens ammoniakvergiftiging wees (Church, 1986).

Die ware proteïenbehoefte van gespeende lammers is volgens NRC (1985) hoër as die van wissellammers en daarom het Butler & McDonald (1986) verwag dat lammers swakker sal presteer wanneer hulle ureumverrykte hawer gevoer word. Wanneer lammers en wissellammers op graanstoppellende wei, het die lammers beter liggaamsmassatoenames getoon wanneer ureumbehandelde hawer *ad libitum* beskikbaar was (Butler & McDonald, 1986). Daar was geen verskil ($P < 0.05$) in die groeitempos van speenlammers gewees wanneer hulle ureumbehandelde hawer (RP van 15%) of 'n hawer en lupiene mengsel ontvang het nie. Wissellammers het egter betekenisvol ($P < 0.05$) hoër liggaamsmassatoenames getoon met die aanvulling van lupiene by hawer (RP van 15%) as met die aanvulling van ureum by hawer (Butler & McDonald, 1986).

Wolproduksie van lammers was betekenisvol ($P < 0.05$) hoër met aanvulling van ureumbehandelde hawer en hawer en lupiene mengsel. Wolproduksie van wissellammers was slegs betekenisvol ($P < 0.05$) verhoog met aanvulling van hawer en lupiene mengsel (Butler & McDonald, 1986).

Butler *et al.* (1987) stel voor dat daar in die praktyk 18 kg hawer gespaar kan word met elke 10 kg toename in lewende massa deur hawer met 'n RP-inhoud van 7 % met ureum te behandel. Verder wys hulle daarop dat deur van hawer met ruproteïëinhoud van 10 % in plaas van 7 % gebruik te maak, kan 23 kg hawer gespaar word met elke 10 kg toename in lewende massa.

Vir die behandeling van een ton hawer word 'n maksimum van 12 kg (1.2 %) ureum en 3 kg ammoniumsulfaat in 15 tot 20 liter water opgelos en dan oor die hawer gespuit (Dunlop & McDonald, 1986). Hawer wat se RP-inhoud 10 % is het min verbetering getoon wanneer RP-inhoud verhoog word na 13 tot 15 % met addisionele byvoeging van N nie. Slegs hawer met 'n lae RP-inhoud het 'n betekenisvolle toename in groeitempo getoon, wanneer die RP-inhoud verhoog is na 13 % maar min verbetering in groeitempo is waargeneem met 'n verdere verhoging tot 15 % nie (Dunlop & McDonald, 1986). Butler *et al.* (1987) het soortgelyke resultate gekry wanneer RP-inhoud van hawer van 10.1 % na 12.5 % verhoog word deur ureum daaroor te spuit.

Dunlop & McDonald (1986) het gevind dat die groeitempo van speenlamers hoër is wanneer die ruproteïëinhoud van hawer 10 % is, as wanneer die ruproteïëinhoud van hawer 7 % is en dan verhoog is na 10 % met die byvoeging van ureum. Dit wil dus voorkom of jong groeiende diere 'n addisionele bron van plantproteïen benodig vir optimale groei. Hierdie hoë behoefte aan proteïen kan slegs gedeeltelik bevredig word deur mikrobe proteïenproduksie vanaf 'n NPN-bron soos ureum (Dunlop & McDonald, 1986).

Kleingrane kan ook met ammoniak behandel word om die stikstofinhoud te verhoog alhoewel dit oor die algemeen gebruik word om ruvoer se voedingswaarde te verhoog (Dunlop & McDonald, 1986). Deur ammoniak teen 1.5 % van die gewig van hawer aan te wend kan dit met veiligheid in silo's gebruik word. Dit neem tussen 24 uur en 2 weke vir die ammoniak om volledig met hawer te reageer. Wanneer dit in silo's toegedien is, kom daar variasie voor in die verspreiding van die gas deur die silo. Daar is ook gevind dat die temperatuur in die silo tot 60°C kan styg. Die oplosbaarheid van die proteïen in die rumen word verminder wat dit dus 'n moontlike bron van nie-degradeerbare proteïen (NDP) maak. Deur 1.2 % van hawer se gewig met ammoniak te behandel kan die RP-inhoud tot 6 % verhoog word. Deur water by te voeg kan die RP-inhoud tot 10 % verhoog word. Ureumbehandelde hawer en termies geammoniseerde hawer is aan gespeende Merinolammers gevoer (Dunlop & McDonald, 1986). Die groeitempo van

lammers het toegeneem wanneer die RP-inhoud van hawer verhoog word deur ureumbehandeling tot 'n maksimum RP-inhoud van 14 %. Met verdere verhoging van RP-inhoud van hawer bokant 14 % was daar 'n afname in groeitempo. Die groeitempo van lammers het reglynig toegeneem met aanvulling van termies geammoniseerde hawer met verhoogde RP-inhoud tot op 'n RP-inhoud van 15.5 %. Latere navorsing het ook getoon dat die voeromsettingsdoeltreffendheid verbeter word wanneer termies geammoniseerde hawer met stygende vlakke van RP-inhoud aangevul word. Brand, Cloete & Kritzinger (1985) het ook gevind dat hawer wat met ammoniak behandel is die verteerbaarheid van droëmateriaal, organiese materiaal, neutraalbestande vesel en ruproteïen verhoog. Dit verhoog ook die N-retensie van skape. Gars wat behandel word, neem minder gas op as hawer, maar die proses word ook beskou as suksesvol. Navorsing daaroor is egter nog nie afgehandel nie (Dunlop & McDonald, 1986).

Daar is min voordeel om hawer met 'n 12 % RP-inhoud met ureum te verryk. Beter resultate sal verkry word indien hawer met ammoniak behandel word of met die byvoeding van lupiene (McDonald, 1985). Die ekstra stikstof stel skape in staat om lae kwaliteit ruvoer en stoppellande beter te benut en daarom word voorgestel dat verrykte hawer daaglik gevoer moet word en nie 2 maal per week soos wat algemeen die praktyk in Australië is nie (McDonald, 1985).

Met ureumaanvulling by gars is gevind dat die stikstofretensie verhoog word en dit is selfs hoër as wanneer dit met lupiene vergelyk word (Valentine & Wickes, 1981). Die basale rantsoen kan ook 'n effek hê op die reaksie wat verkry word met N-aanvulling. Foot *et al.* (1983) het geen verbetering in liggaamsmassa verkry met aanvulling van ureumverrykte hawer by weidende skape nie. Die rede is moontlik dat skape 'n dieet wat hoog aan N is kan selekteer (Foot *et al.*, 1983).

1.6.2.4 Aanvulling van kleingrane saam met proteïenbronne

Die RP-inhoud van lupienesaad is 30 % en dit word aanvaar as 'n goeie bron vir aanvulling by graandiëte (Dunlop & McDonald, 1986). Kenney (1981) het aangetoon dat een jaar oue hamels wat swak kwaliteit ruvoer ontvang, slegs bevredigend kan presteer as die koring- en haweraanvullings met ureumverryk word. Wanneer lupiene gebruik word teen toenemende konsentrasies in die dieet het dit 'n betekenisvolle ($P < 0.05$) verhoging in graaninname tot gevolg met 'n positiewe respons op lewende liggaamsmassa, karkasmassa en kondisietelling. Daar is wel 'n betekenisvolle ($P < 0.05$) verskil waargeneem tussen die gebruik van hawer en koring waarby supplemente bygevoeg is, vir beide lewende liggaamsmassa en kondisietelling, maar nie vir wolgroei nie. Met lupienbyvoeding is gevind dat die verteringsteurnisse wat geassosieer word met kleingraanvoeding afwesig was (Kenney, 1981). Kenney (1981) het 'n lae reaksie op wolproduksie verkry met addisionele lupienaanvulling. Volgens hom kan dit moontlik as gevolg van 'n tekort aan voedingstowwe soos aminosure en minerale wees. Hierdie eksperimente van Kenney (1991) is uitgevoer met kraalgevoerde diere waarby seleksie van plantdele nie kan plaasvind soos wat dit normaalweg by weidende skape op stoppellande gevind word nie. Hodge, Bogdanovic & Sweatman (1981) het egter by fynwol Merinohamels 'n betekenisvol ($P < 0.05$) hoër wolproduksie verkry met byvoeding van hawer en lupiene, maar nie deur die twee supplemente apart aan te vul nie. Die frekwensie van voeding van hawer, lupiene en die twee supplemente saam het geen betekenisvolle ($P > 0.05$) effek op produksie, lewende massa, skoonwolproduksie en veseldeursnit gehad nie (Hodge *et al.*, 1981). Kenney (1980) het gevind dat die aanvulling van lupiene saam met hawer lei tot 'n verhoging in lewende massa, inname van droëmateriaal, verteerbaarheid en wolgroei. Die reaksie is direk afhanklik van die persentasie van lupiene wat in die dieet ingesluit is.

Warren *et al.*, (1988) het heel katoensaad gebruik om 'n koringgebaseerde dieet te verplaas teen vlakke van 0 %, 25 % en 50 %. Heel katoensaad het hoë vlakke van vet, proteïen en suurbestande vesel en ook die toksiese komponent, naamlik gossipol (Warren *et al.*, 1988). Wolproduksie was betekenisvol ($P < 0.01$) hoër wanneer heel katoensaad tot

die rantsoen bygevoeg is om 'n gedeelte van die koring in die rantsoen te verplaas (Warren *et al.*, 1988). Met 'n verhouding van 75 % koring en 25 % katoensaad in die konsentraat is wolproduksie tot 0.82 mg/cm^2 verhoog, teenoor die 0.65 mg/cm^2 vir die konsentraat wat uit 100 % koring bestaan het (Warren *et al.*, 1988). Die verhoging in wolproduksie is hoër as wat verkry word waar ekwivalente hoeveelhede N en energie aangevul is (Warren *et al.*, 1988). Die reaksie is moontlik as gevolg van meer proteïene wat nie in die rumen afgebreek is nie maar in die laer SVK beskikbaar was (Warren *et al.*, 1988). Katoensaad kan moontlik ook 'n negatiewe effek op die protozoa getalle hê wat kan lei tot meer doeltreffende mikrobiële proteïenproduksie (Bird & Dicko, 1987 – aangehaal deur Warren *et al.*, 1988). Hoër vlakke van katoensaad het nie so 'n groot respons getoon nie, weens die hoë gossipolinhoud van katoensaad (Warren *et al.*, 1988).

1.6.2.5 Aanvulling van deurvloeivoedingstowwe

Volgens Leng (1990) is dit ook nodig om kritiese voedingstowwe te verskaf wat rumendegradasie vryspring, maar wat wel in die laer SVK verteer word om die doeltreffendheid van benutting van voedingstowwe te optimaliseer.

Kempton (1979) het gevind dat die vlak van swawelaminosuur verskaffing deur mikroörganismes slegs 0.2 g/MJ ME is. Wolproduksie word verhoog wanneer swawelaminosuurinhoud verhoog word tot 0.45 g/MJ ME . Om maksimale wolproduksie te verkry, stel Graham (1988) voor dat nog meer swawelbevattende aminosure verskaf moet word. Die verskaffing van aminosure post-ruminaal mag verhoog word deur die fermentasieproses te manipuleer of deur verskaffing van beskermde aminosure wat rumendegradasie vryspring, maar in die dunderm beskikbaar is vir absorpsie (Graham, 1988).

Proteïenbronne wat 'n gedeelte NDP besit en dus rumendegradasie vryspring, is 'n goeie bron van aminosure in die laer SVK, maar is ook 'n potensiële bron van glukose (Cronje, 1990). Aminosure kan dus gebruik word vir glukoneogenese (Cronje, 1990) en dit is dan ook geïllustreer deur Cronje (1987) dat die glukoseproduksie van lamms met 72 %

verhoog word met die byvoeging van rumendeurvloei proteïen. Dit is dan ook gevind dat die vrywillige voerinnam met 37 % verhoog word met die byvoeging van (0.667 g/kg) vismeel as 'n bron van deurvloei proteïen wanneer Merinohamels lae kwaliteit *Themeda Triandra* hooi kry (Swart, Niemand, Engels & Biel, 1971). Swak kwaliteit *E. Curvula* hooi se innam is met 45 % en 93 % verhoog wanneer Dorperhamels 20 of 65 g vismeel/dag ontvang het (Kemmer, 1965 – aangehaal deur Cronje, 1990). Die resultate is weens die aminosure, swawel en energie wat stadig vrygestel word en verhoog daardeur die verskaffing van glukose en aminosure op weefselvlak (Kellaway & Leibholtz, 1983 – aangehaal deur Cronje, 1990).

Weiding is oor die algemeen laag in NDP (Cottle, 1988a). Katoensaadoliekoekmeel is 'n goeie bron van NDP en daarom is dit 'n goeie voedingsbron vir aanvulling by weidende skape (Cottle, 1988a). Sudana & Leng (1986) het gevind dat katoensaadmeel wolproduksie verhoog, maar wanneer ureum bygevoeg word, is daar geen verdere verhoging waargeneem nie. Wanneer ureum plus melasse tot katoensaad bygevoeg is, is daar 'n verdere verhoging in wolproduksie waargeneem. Katoensaadmeel verskaf behalwe ammoniak ook peptides en aminosure aan mikroörganismes. Die innam en verteerbaarheid van strooi word verhoog wat lei tot 'n verhoging in die groeitempo van lammers (Sudana & Leng, 1986). Die groot verhoging in die doeltreffendheid van voerverbruik wat deur Sudana & Leng (1986) verkry is dui op die regte aanvulling by strooigebaseerde diëte. Met die regte aanvulling by strooigebaseerde diëte kan 'n redelike mate van groei gehandhaaf word (Sudana & Leng, 1986).

1.6.2.6 Aanvulling van metionien

Metionien is 'n swawelbevattende aminosuur wat wolproduksie verhoog wanneer dit postruminaal toegedien word (Graham, 1988). Reis (1979) het 'n 60 tot 70 % toename en Langlands (1970) 'n 40 % toename in wolgroei verkry met post-ruminale toediening van metionien. Met orale toediening is die effek op wolgroei baie min weens die afbraak daarvan in die rumen deur die werking van mikroörganismes (Reis, 1979; Graham, 1988).

So het Reis (1979) ook bepaal dat abomasale toediening van 1 tot 2 g metionien daaglik benodig word om maksimale wolgroei te handhaaf.

Met die beskerming van aminosure soos deur die gebruik van metionien analoë is daar 'n betekenisvolle verhoging in wolgroei verkry, maar bakteriese afbraak laat die doeltreffendheid van aanvulling daal en dit is gewoonlik ook onekonomies (Cobon, Stephenson & Hopkins, 1992). Met die aanvulling van metionien of MHA verhoog mikrobiële proteïensintese (Arambel, Bartey, Camac, Dennis, Nagaraja & Dayton, 1987), veselvertering (Bull & Vandersall, 1973) en tempo van DM-fermentering (Clark & Petersen, 1988).

Graham (1988) het ongepubliseerde data van Pollock & Buckley aangehaal waar verskillende kommersiële produkte van beskermde metionien teen verskillende konsentrasies getoets is. Daar is vir sekere produkte 'n betekenisvolle ($P < 0.05$) toename in wolproduksie verkry maar die effek was egter klein (Tabel 1.9).

Tabel 1.9 Die effek op skoonwolgroei van Merinos wat verskillende vlakke van beskermde metionienaanvulling ontvang het (Pollock & Buckley, ongepubliseerd – aangehaal deur Graham, 1988)

	Gemiddelde skoonwol groei tempo (mg/cm ² /dag)							
	Aanvullingstempo (g Metionien aktiwiteit per kop per dag)							
	0.50		1.00		1.50		2.00	
	3 weke	6 weke	3 weke	6 weke	3 weke	6 weke	3 weke	6 weke
Kontrole	0.816	0.916	0.800	0.760	0.717	0.713 ^c	0.671	0.662 ^c
MHA	0.866	0.974	0.851	0.871	0.876	0.713 ^c	0.782	0.827 ^a
Ketionien	0.848	0.924	0.842	0.812	0.768	0.827 ^{abc}	0.719	0.709 ^{bc}
D.L.-Metionien	0.945	1.029	0.886	0.895	0.885	0.772 ^{bc}	0.785	0.817 ^{ab}
Mepron	0.889	0.964	0.854	0.844	0.802	0.822 ^{abc}	0.753	0.758 ^{abc}
Zinpro	NT	1.005*	0.913*	0.820**	0.805**	NT	NT	NT
Kodak-Eastman	NT	NT	0.834	0.861	0.914	0.918 ^a	0.893	0.834 ^a

Wardes in dieselfde kolom met verskillende letters verskil betekenisvol ($P < 0.05$)

* - Zimpro 40 teen 'n vlak van 0.16g metionien aktiwiteit /kop/dag aangevul

** - Zimpro 40 teen 'n vlak van 0.16g metionien aktiwiteit /kop/dag aangevul

NT – Nie getoets

Alhoewel dit meer ekonomies is om DL-metionien in beesvet en parafien te homogeniseer, om dit teen mikrobe-afbraak te beskerm, lewer dit onbevredigende resultate wat daarop dui dat die metode van beskerming oneffektief is (Cobon *et al.*, 1992). Die vlak van voedingstowwe beskikbaar vir wolgroei gaan afhang van die kwaliteit van die ruvoer en die inname daarvan (Kempton, 1979). Die behoefte aan N vir wolgroei sal meer krities raak wanneer die N-inhoud van weiding laag is (Kempton, 1979). Die beste respons op die aanvulling van beskermde aminosure soos metionien analoë sal verkry word wanneer die N-inhoud van die basale rantsoen nie 'n beperking plaas op mikrobeproteïenproduksie nie (Elliott *et al.*, 1984).

Die respons van metionienaanvulling op wolgroei hang af van die voedingstofinname en die verdeling van voedingstowwe vir verskillende funksies van die liggaam (Mata, Peter & Purser, 1992). Metionienaanvulling het voeriname ($P < 0.05$) en liggaamsmassatoename ($P < 0.001$) verhoog (Mata *et al.*, 1992). Daar is 'n tekort aan metionien vir groei op swak kwaliteit weiding wat belangrike implikasies het vir wolgroei (Mata *et al.*, 1992). Mata *et al.* (1992) stel voor dat vir die doeltreffende gebruik van metionien as aanvulling vir wolproduksie, die voedingstatus van die dier en die kwaliteit van die voer in berekening gebring moet word.

Cottle (1988a) het gevind dat hidroksiemetielmetionien grootliks in die rumen afgebreek word. Indien dit saam met katoensaadmeel op graanstoppellende aan speenlammers aangevul word, is wolproduksie en liggaamsmassatoename ($P < 0.05$) verhoog (Cottle, 1988a). Cottle (1988c) het gevind dat wolproduksie meer reageer op metionienaanvulling op diëte wat uit 100 % ruvoer uit bestaan as wanneer hoë graandiëte gevoer word.

Rocks *et al.* (1980) wys egter daarop dat die aanvaarbaarheid van soutlekkie waarby metionien of bentioniet aangevul is, ernstige benadeel word weens die onaangename smaak.

1.7. Gevolgtrekking

Swak kwaliteit ruvoer soos kleingraanstrooi is geredelik beskikbaar, wat gebruik kan word vir die onderhoud en produksie van skape. Vir die benutting van swak kwaliteit ruvoer deur jong skape is dit egter nodig dat aanvulling verskaf moet word. Daar is 'n tekort aan maklik fermenteerbare energie en N wanneer skape strooigebaseerde diëte kry. Strooi alleen kan dus nie 'n aktiewe mikrobiële populasie in die rumen onderhou nie. Daarom moet energie (grane) en fermenteerbare N aangevul word om 'n aktiewe mikrobiële populasie te onderhou.

Vir vleis- en wolproduksie is die produkte van fermentasie in die rumen onvoldoende om hoë vlakke van produksie te onderhou. Die balans tussen die optimalisering van rumenfermentasieprodukte en die verskaffing van voldoende voedingstowwe aan diere vir produksie moet deur die korrekte aanvulling verkry word.

Die aanvulling van rumen verteerbare N is nodig vir die benutting deur RMO vir optimum rumenfunksie. Met aanvulling van rumen verteerbare N is aangetoon dat voerinnam, verteerbaarheid van ruvoer en produksie verhoog kan word. In sommige gevalle is dit ook aangetoon dat deur die aanvulling van 'n proteïenbron in vergelyking met NPN, verhoogde rumenfunksie sowel as produksie verkry kan word. Strooi as ruvoerbron plaas egter 'n beperking op rumenfunksie as gevolg van die lae verteerbaarheid, energie- en N-inhoud. Aanvulling vir optimale rumenfunksie sal dus slegs beperkte verbetering in produksie tot gevolg hê. Verhoogde produksie kan dus net verkry word deur ekstra voedingstowwe post-ruminaal toe te dien.

Die aanvulling van proteïen in die abomasum lei tot 'n verbetering in liggaamsmassatoename en wolproduksie. Die reaksie op produksie hang grootliks af van die hoeveelheid proteïen wat in die laer SVK beskikbaar is vir absorpsie en die aminosuur profiel van die proteïen. Deur SBOKM met formaldehid te behandel word die proteïen teen ruminale afbraak beskerm. Onder optimale voedingstoestande is belowende resultate in terme van liggaamsmassatoename en wolproduksie verkry. Die optimum

vlak van formaldehydbehandeling (0.86 g formaldehyd per 100g proteïen) vir die beskerming van SBOKM-proteïen is onder optimale voedingsomstandighede bepaal.

Goeie reaksie op wolproduksie word verkry deur die post-ruminale aanvulling van metionien. Die beskerming van metionien deur die behandeling met dimetielmaleïensuuranhidried het getoon dat dit 'n goeie metode is om metionien prakties post-ruminaal aan te vul.

Hierdie studie ondersoek die wol- en vleisproduksie potensiaal met die aanvulling van verskillende proteïenbronne en aminosure saam met swak kwaliteit ruvoer by jong skape. Die effek wat die proteïen- en aminosuurbronne op produksie, skynbare verteerbaarheid en N-balans het, word ondersoek. Die effek van verskillende proteïenbronne op die verteerbaarheid van strooi en gars en op rumenparameters word ook ondersoek

Deur die aanvulling van 'n proteïenbron in plaas van NPN is voordele verkry op produksie wat moontlik dui op verhoogde voorsiening van voedingstowwe aan die skaap. Hierdie voedingstowwe is of afkomstig van aangevulde proteïen wat rumenvertering vryspring en/of afkomstig van produkte van die fermentasie weens verbeterde rumenfunksie.

Verwysings

- ACKERSON, B.A., JOHNSON, R.R. & HENDRICKSON, R.L., 1976. Effects of treatment of whole fat soybeans with formaldehyde to protect polyunsaturated fatty acids from dehydrogenation in the rumen. **J. Nutr.** 106, 1383 - 1390.
- ADAMU, A.M., RUSSEL, J.R., MCGILLIARD, A.D. & TRENKLE, A. 1989. Effects of added dietary urea on the utilization of maize stover silage by growing beef cattle. **Anim. Feed. Sci. Tech.** 22, 227.
- AITCHISON, E., 1985. Selection of supplementary feeds. Farmnote 98/85.
- AITCHISON, E.M., RIX, G.S. & ROWE, J.B., 1988. The effect of urea treatment of straw and lupin supplementation on intake, liveweight changes and wool growth in sheep. **Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.** 17, 134.
- AITCHISON, E.M., RALPH, I.G. & ROWE, J.B., 1989a. Evaluation of feed additives for increasing wool production from Merino sheep 1. Lasalocid, avoparcin and flavomycin included in lucerne-based pellets or oaten chaff fed at maintenance. **Aust. J. Exp. Agric.** 29, 321.
- AITCHISON, E.M., TANAKA, K. & ROWE, J.B., 1989b. Evaluation of feed additives for increasing wool production from Merino sheep 2. Flavomycin and tetronasin included in lucerne-based pellets or wheaten chaff fed *ad libitum*. **Aust. J. Exp. Agric.** 29, 321.
- ALLDEN, W.G. 1969. The summer nutrition of weaner sheep: the voluntary feed intake, body weight change and wool production of sheep grazing the mature herbage of sown pasture in relation to the intake of dietary energy under a supplementary feeding regime. **Aust. J. Agric. Res.** 20, 499 - 512.
- ALLDEN, W.J., 1981. Energy and protein supplements for grazing livestock. In. *Grazing animals*. ed. Morley, F.H.W., Elsevier scientific Publishing Company. pp. 289.
- ARMSTRONG, D.G., 1993. Quantitative animal nutrition and metabolism: A general review. **Aust. J. Agric. Res.** 44, 333 - 345.

- ARAMBEL, M.J., BARTLEY, E.E., CAMAC, J.L., DENNIS, S.M., NAGARAJA, T.G. & DAYTON. 1987. Rumen degradability and intestinal availability of a protected methionine product and its effects on rumen fermentation, and passage rate of nutrients. **Nutr. Rep. Int.** 4, 661.
- ARGYLE, J.L. & BALDWIN, R.L., 1989. Effects of amino acids and peptides on rumen microbial growth yields. **J. Dairy Sci.** 72, 2017.
- ARMSTRONG, D.G., 1993. Quantitative animal nutrition and metabolism: A general review. **Aust. J. Agric. Res.** 44, 333 - 345.
- ARMSTRONG, D.G. & SMITHARD, R.R., 1979. The fate of carbohydrate in the small intestine of the ruminant. **Proc. Nutr. Soc.** 38, 283 - 294.
- ARNOLD, G.W. & WALLACE, S.R., 1977. The Comparative nutritive value for weaner sheep of stubble and grain of pea, vetch and lupin crops. **Aust. J. Agric. Res.** 28, 143.
- ASHES, J.R., MANGAN, J.L. & SIDHU, G.S., 1984. Nutritional availability of amino acids from protein crosslinked to protect against degradation in the rumen. **Br. J. Nutr.** 52, 239 - 247.
- BARRY, T. N., 1976. The effectiveness of formaldehyde treatment in protecting dietary protein from rumen microbial degradation. **Proc. Nutr. Soc.** 35, 221 - 229.
- BIRD, P.R., 1972. Sulphur metabolism and excretion studies in ruminants. VI The digestibility and utilization by sheep of ³⁵S-labelled ruminal microorganisms. **Aust. J. Biol. Sci.** 25, 195.
- BIRD, P.R. & MOIR, R.J., 1972. Sulphur metabolism and excretion studies in ruminants. VIII Methionine degradation and utilization in sheep when infused into the rumen or abomasum. **Aust. J. Biol. Sci.** 25, 835 – 848.
- BIRD, A.R., RAINNIE, H.M., COBON, R.I. & STEPHENSON, R.G.A., 1988. Evaluation of drought supplements for young sheep. **Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.** 17, 376.
- BONDI, A.A., 1987. Animal Nutrition. John Wiley & Sons, Great Britain.

- BONIFACINO, L.A.**, 1979. The influence of Maleyl-lysine and maleyl-methionine on body growth, body composition and wool growth of Merino lambs. M.Sc. thesis, University of Stellenbosch.
- BONIFACE, A.N., MURRAY, R.M. & HOGAN, J.P.**, 1986. Optimum level of ammonia in the rumen liquor of cattle fed tropical pasture hay. **Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.** 16, 151.
- BOWMAN, J.G., & ASPLUND, J.M.**, 1988. Nitrogen utilization, ruminal fermentation and abomasal nitrogen flow in sheep fed caucasian Bluestem hay supplemented with lucerne or urea. **Anim. Feed Sci. Tech.** 20, 33.
- BRAND, A.A., CLOETE, S.W.P., & FRANCK, F.**, 1991a. Supplementation of untreated wheat straw, urea-supplemented wheat straw with maize meal and/or fish meal for sheep. **S. Afr. J. Anim. Sci.** 21, 48.
- BRAND, A.A., CLOETE, S.W.P. & KRITZINGER, N.M.**, 1985. The effect of anhydrous ammoniation on the nutritive value of whole oat grain. **S. Afr. J. Anim. Sci.** 15, 43.
- BRAND, A.A., CLOETE, S.W.P., VAN DER MERWE, G.D. & FRANCK, F.**, 1991b. Wheat straw as roughage component in finishing diets of growing lambs **S. Afr. J. Anim. Sci.** 21, 184.
- BRAND, A.A., CLOETE, S.W.P., & VOSLOO, L.P.**, 1988. Ureumaangevulde- en ureumgeammoniseerde koringstrooi as ruvoerbronne vir oorsomeringsrantsoene vir laatdragtige- en lakterende SA Vleismerino-ooie. **S. Afr. Tydskr. Veek.** 18 (1), 8 - 14.
- BROAD, A., GILLESPIE, B.C. & REIS, P.J.**, 1970. The influence of sulphur-containing amino acids on the biosynthesis of high-sulphur wool proteins. **Aust. J. Biol. Sci.** 23, 149 – 164.
- BRYANT, M.P., & ROBINSON, R.N.**, 1961. Studies on the nitrogen requirements of some ruminal cellulolytic bacteria. **Appl. Microbiol.** 9, 96.

- BULL, L.S. & VANDERSALL, J.H., 1973.** Sulfur source for *in vitro* cellulose digestion and *in vivo* ration utilization, nitrogen metabolism, and sulfur balance. **J. Dairy. Sci.** 56, 106.
- BUTLER, L.G., 1981.** Supplementary feeding of Merino wethers grazing weed-free stubble pastures. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 21, 272.
- BUTLER, L.G. & MCDONALD, C.L., 1986.** Growth responses of young Merino wethers to *ad libitum* feeding of oat grain mixed with either lupin seed or a urea solution. **Aust. J. Exp. Agric.** 26, 643.
- BUTLER, L.G., KING, W.R. & MCDONALD, C.L., 1987.** Growth of young Merino sheep grazing cereal stubbles and supplemented *ad libitum* with oats, of different crude protein contents, sprayed with various amounts of urea. **Aust. J. Exp. Agric.** 27, 339.
- CHALMERS, M.I., CUTHBERTSON, D.P. & SYNGE, R.L.M., 1954.** Ruminal ammonia formation in relation to the protein requirement of sheep. 1. Dupdenal administration and heat processing as factors influencing fate of casein supplements. **J. Agric. Sci.** 44, 254.
- CHALUPA, W., 1972.** Metabolic aspects of non protein nitrogen utilization in ruminant animals. **Fed. Proc.** 31, 1152.
- CHALUPA, W., 1974.** Rumen bypass and protection of proteins and amino acids. **J. Dairy Sci.** 44, 254.
- CLARK, C.K. & PETERSEN, M.K., 1988.** Influence of DL-Methionine supplementation on growth, ruminal fermentation and dilution rates in heifers. **J. Anim. Sci.** 66, 743 - 749.
- CLOETE, S.W.P. & BRAND, A.A., 1990,** Respons of SA Mutton Merino ewes and their lambs to supplementation with enriched oat, barley or triticales grain on wheat stubble grazing. **S. Afr. J. Anim. Sci.** 20, 96.
- COBON, D.H., MCKENNA, D.G., MURPHY, G.M. & SHEPHERD, R.K., 1988.** Fortified molasse formulation for sheep. **Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.** 17, 382.

- COBON, D.H., STEPHENSON, R.G.A. & HOPKINS, P.S., 1992.** The effect of oral administration of methionine, bentonite, methionine/bentonite and methionine/oil homogenates on wool production of grazing and penned sheep in a semi-arid tropical environment. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 32, 435 - 441.
- COETZEE, J., 1988.** Chemiese metodes om die benutting van laegraadse ruvoer en sintetiese aminosure deur wolskape te verbeter. Ph.D.-proefskrif, Universiteit van Stellenbosch.
- COETZEE, J., 1990.** Oorsomerig van skape in die winterreënstreek op beskikbare weiding, oesreste en plaaslik geproduseerde voere. Departement Skaap- en wolkunde, Universiteit van Stellenbosch.
- COOMBE, J.B., 1985.** Rape and sunflower seed meals as supplements for sheep fed on oat straw. **Aust. J. Agric. Res.** 36, 717 - 728.
- COOMBE, J.B. & MULHOLLAND, J.G., 1983.** Utilization of urea and molasses supplements by sheep grazing oat stubble. **Aust. J. Agric. Res.** 34, 767.
- COTTLE, D.J., 1988a.** Effects of cottonseed meal, methionine analogues and avoparcin on the wool production of young, grazing wethers **Aust. J. Exp. Agric.** 28, 713.
- COTTLE, D.J., 1988b.** Effects of defaunation of the rumen and supplementation with amino acids on the wool production of housed Saxon Merinos. 1. Lupins and extruded lupins **Aust. J. Exp. Agric.** 28, 173.
- COTTLE, D.J., 1988c.** Effects of defaunation of the rumen and supplementation with amino acids on the wool production of housed Saxon Merinos. 2. Methionine and protected methionine. **Aust. J. Exp. Agric.** 28, 179.
- COTTLE, D.J. & VELLE, W., 1989.** Degradation and outflow of amino acids from the rumen of sheep. **Br. J. Nutr.** 61, 397 - 408.
- CRONJÉ, P.B., 1987.** Acetate clearance rate and the metabolism of glucose, acetate, and amino acids in lambs fed roughage diets. Ph.D. dissertation, University of New England, Armidale, Australia.
- CRONJÉ, P.B., 1990.** Supplementary feeding in ruminants - A physiological approach. **S. Afr. J. Anim. Sci.** 20, 110 - 117.
- CHURCH, D.C., 1986.** Livestock Feeds and Feeding. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

- DANN, P.R. & COOMBE, J.B., 1987.** Utilization of fodder crops and crop residues. In: Temperate Pastures, their production, use and management. Eds. Wheeler, J.L., Pearson, C.J. & Robards, G.E. Australian Wool Corporation/CSIRO. Australia. pp. 517.
- DE JAGER, U., 1981.** Die benutting van formaldehydbehandelde sonneblomoliekoekmeel deur Merinohamels tydens verskillende frekwensies van voeding. M.Sc.-tesis, Universiteit van Stellenbosch
- DESWYSEN, A.G., BRUYER, D.C., NAVEAU, C., MOL, J. de. & ELLIS, W.C., 1991.** Effects of methionine hydroxy analog on voluntary intake, digestibility, nitrogen balance, and chewing behavior in sheep fed grass silage. **J. Anim. Sci.** 69, 3798 - 3806.
- DE VILLIERS, T.T., 1971.** Die invloed van formaldehydbehandeling, voedingspeile en proteïenpeile op die verteerbaarheid en benutting van vismeel deur skape. M.Sc.-tesis, Universiteit van Stellenbosch
- DE WAAL, H.O., 1990.** Animal production from native pasture (veld) in the Free State Region - A perspective of the grazing ruminant. **S. Afr. J. Anim. Sci.** 20, 1 - 9
- DE WET, P.J., 1973.** Amino acids feed for ruminants. S.A. Patent 73/9304.
- DE WET, P.J., 1982.** Aminosuurbehoefte by die herkouer: Beskikbaarheid, metodes om dit te bepaal, beskermde aminosure. In: The needs for basic research on nitrogen metabolism in the ruminant. Ed. Schwartz, H.M. Proceedings of a workshop held at the national Chemical research laboratory, C.S.I.R. pp. 221 - 251.
- DE WET, P.J., SCHOEMAN, E.A. & BURGER, W.J., 1969.** 'n Metode om dierlike proteïen te beskerm teen deaminering deur mikro-organismes in die rumen. **Handel S.-Afr. Ver. Diereprod.** 8, 201 - 205.
- DIXON, R.M., 1986.** Effects of dietary concentrates on rumen digestion of fibrous feedstuffs. **Anim. Feed Sci. Technol.** 14, 193.
- DOVE, H. & ROBARDS, G.E., 1974.** Effects of abomasal infusion of methionine, casein, and starch plus methionine on the wool production of Merino wethers fed on lucerne or wheaten chaff. **Aust. J. Agric. Res.** 25., 945 - 956.

- DOYLE, P.T., 1981. Sulfur and methionine metabolism in sheep. V. Utilization of methionine isomers. **Aust. J. Biol. Sci.** 34, 47 - 59
- DOYLE, P.T., DOVE, H., FREER, M., HART, F.J., DIXON, R.M. & EGAN, A.R., 1988. Effects of a concentrate supplement on the intake and digestion of a low-quality forage by lambs. **J. Agric. Sci.** 111, 503 - 511
- DOWNES, A.M., 1961. On the amino acids essential for the tissues of the sheep. **Aust J. Biol. Sci.** 14, 254 - 259.
- DOWNES, A.M., REIS, P.J., SHARRY, L.F. & TUNKS, D.A., 1970a. Metabolic fate of parenterally administered sulphur-containing amino acids in sheep and effects on growth and composition of wool. **Aust. J. Biol. Sci.** 23, 1077 - 1088.
- DOWNES, A.M., REIS, P.J., SHARRY, L.F. & TUNKS, D.A., 1970b. Evaluation of modified ³⁵S-methionine and ³⁵S-casein preparations as supplements for sheep. **Br. J. Nutr.** 24, 1083 - 1089.
- DOWNES, A.M., SHARRY, L.F. & TILL, A.R., 1964. The fate of intradermal doses of labelled amino acids in sheep. **Aust J. Biol. Sci.** 17, 945 - 959.
- DUNLOP, A.C. & MCDONALD, C.L., 1986. Protein enrichment of cereal grains for livestock. **J. Aust. West Aust.** 27, 64.
- EGAN, A.R. & MOIR, R.J., 1965. Nutrition status and intake regulation in sheep. 1. Effects of duodenally infused single doses of casein, urea and propionate upon voluntary intake of a low-protein roughage by sheep. **Aust. J. Agric. Res.** 16, 437 - 449.
- ELLIOTT, R., MCMENIMAN, N.P., NORTON, B.W. & CALDERON CORTÈS, F., 1984. The food intake response of sheep fed five roughage sources supplemented with formaldehyde treated casein with and without urea. **Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.** 15, 337.
- FAICHNEY, G.J., 1965. The effect of sucrose on the utilization of straw plus urea diets by sheep. **Aust. J. Agric Res.** 16, 159.
- FENN, P.D., & LENG, R.A., 1989. Wool growth and sulfur amino acid entry rate in sheep fed roughage based diets supplemented with bentonite and sulfur amino acids. **Aust. J. Agric. Res.** 40, 889.

- FERGUSON, K.A.**, 1975. The protection of dietary proteins and amino acids against microbial fermentation in the rumen - a review. In: Digestion and metabolism in the ruminant. Eds. McDonald, I.W. & Warner, A.C.I. University of New England Publishing Units, Armidale. pp. 448 - 464.
- FERGUSON, K.A., HEMSLEY, J.A. & REIS, P.J.**, 1967. Nutrition and wool growth. The effect of protecting dietary protein from microbial degradation. **Aust. J. Sci.** 30, 215.
- FICK, K.R., AMMERMAN, C.B., MCGOWAN, C.H., LOGGINS, P.E. & CORNELL, J.A.**, 1973. Influence of supplemental energy and biuret nitrogen on the utilization of low quality roughage by sheep. **J. Anim. Sci.** 36, 137.
- FOOT, J.Z., MCINTYRE, J.S. & HEAZLEWOOD, P.G.**, 1983. Supplements for Merino weaner sheep grazing mature pastures in summer and autumn. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 23, 374.
- FREER, M., DOVE, H., AXELSEN, A., DONNELLY, J.R. & McKINNEY, G.T.** 1985. Responses to supplements by weaned lambs when grazing mature pasture or eating hay in yards. **Aust. J. Expr. Agric. Anim. Husb.** 25, 289 - 297.
- FREER, M., DOVE, H., AXELSEN, A. & DONNELLY, J.R.** 1988. Responses to supplements by weaned lambs when grazing mature pasture or eating hay cut from the same pasture. **J. Agric. Sci., Camb.** 110, 661 - 667.
- GARG, M.R. & GUPTA, B.N.**, 1992. Effects of different supplements on the degradability of organic matter, cell wall constituents, in vitro gas production and organic matter digestibility of wheat straw. **Anim. Feed. Sci. Technol.** 38, 187.
- GAWTHORNE, J.M., & NADER, C.J.**, 1976. The effect of molybdenum on the conversion of sulphate to sulphide and microbial-protein-sulphur in the rumen of sheep. **Br. J. Nutr.** 35, 11
- GEIPING, N & MENKE, K.H.**, 1991 (*abstr*). Significance and effect of methionine in ruminant feeding. 2. Absorbtion and intermediary metabolism. *Ubersichten Zur Tierernahrung* 19, 133 - 156. **Nutr. Abstr. Rev. Series B** 1992, 062-02308
- GRAHAM, C.A.**, 1987. Opportunity to improve wool growth by rumen manipulation or strategic supplementation. **Wool Technol. Sheep Breed.** Des 1987/ Jan 1988, 211 - 215.

- GROBBELAAR, J., 1971. Formaldehydbehandelde proteïenbyvoeding tot gekerfde- en verkorrelde onderhoudsrantsoene. M.Sc.-tesis, Universiteit van Stellenbosch
- GROBBELAAR, J., DE WET, P.J. & SCHOEMAN, E.A., 1973. Nitrogen Metabolism and wool growth rates on chopped and pelleted maintenance rations supplemented with formaldehyde treated proteins. **Agroanimalia** 5, 25 - 30.
- HA, J.K. & KENNELLY, J.J., 1984. *In situ* dry matter and protein degradation of various protein sources in dairy cattle. **Can. J. Anim. Sci.** 64, 443 - 452.
- HA, J.K., EMERICK, R.J. & EMBRY, L.B., 1983. *In vitro* effect of pH variations on rumen fermentation and *in vivo* effects of buffers in lambs before and after adaptation to high concentrate diets. **J. Anim. Sci.** 56, 698.
- HAGEMEISTER, H., 1977. Effect of proetin protection on the supply of protein to ruminants. Proc. 2nd Int. Symp. On Prot. Metab. And Nutr. Pudoc, Wageningen. Pp. 51- 54.
- HAMILTON, B.A., ASHES, J.R. , & CARMICHAEL, A.W., 1992. Effect of formaldehyde-treated sunflower meal on the milk production of grazing dairy cows. **Aust. J. Agric. Res.** 43, 379 - 387.
- HARRISON, F.A. & HILL, K.J., 1962. Digestive secretions and the flow of digesta along the duodenum of sheep. **J. Physiol.** 162, 225 - 243.
- HODGE, R.W., BOGDANOVIC, B. & SWEATMAN, D., 1981. Wool production of Merino sheep fed daily or twice weekly on oats or lupins. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 21, 277.
- HUME, I.D., 1970. Synthesis of microbial protein in the rumen. II. A response to higher volatile fatty acids. **Aust. J. Agric. Res.** 21, 297.
- HYND, P.I. & ALLDEN, W.G., 1986. Lamb growth on grain legume crops and grains. **Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.** 16, 29.
- KEMPTON, T.J., 1979. Proteïen to energy ratio of absorbed nutrients in relation to wool growth. In: Physiological and environmental limitations to wool growth. Eds. Black, J.L. & Reis, P.J. University of new England Publishing unit, Armidale, Australia. pp. 209.

- KEMPTON, T.J., NOLAN, J.V. & LENG, R.A., 1977. Principles of the use of non-protein nitrogen and by-pass proteins in diets of ruminants. **World Anim. Rev.** 22, 2.
- KENNEY, P.A., 1980. Intake and production of lambs fed rations of oats with varying amounts of lupins. **Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.** 13, 253.
- KENNEY, P.A., 1986. Effect of lupins grain in wheat, oats and barley grain rations fed to well-grown lambs weaned at six weeks of age. **Aust. J. Exp. Agric.** 25, 529.
- KENNEY, P.A., 1981. Production by weathers fed oats, wheat and lupins with dry annual pasture in north-eastern Victoria. **Aust. J. Exp. Agric.** 21, 480.
- KENNEY, P.A., 1987. Lupins in grain diets for drought-affected lambs weaned at different ages. **Aust. J. Exp. Agric.** 27, 625.
- KNIGHT, W.M. & OWENS, F.N., 1973. Interval urea infusion for lambs. **J. Anim. Sci.** 36, 145.
- KREBS, G. & LENG, R.A., 1984. The effect of supplementation with molasses/urea blocks on ruminal digestion. **Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.** 15, 704.
- KRIEL, G.V., HAYES, J.P. & SMITH, W.A., 1989. Biological activity of maleic methionine and methyl maleic methionine in chickens. **S. Afr. J. Anim. Sci.** 19 (3), 130 - 131.
- LANDMAN, C.M.M., 1981. Die benutting van stikstof deur jong Angorabokke en die invloed van beskermde aminosure op haar- en vleisproduksie. M.Sc.-thesis, Universiteit van Stellenbosch.
- LANGLANDS, J.P., 1969. The feed intake of sheep supplemented with varying quantities of wheat while grazing pastures differing in herbage availability. **Aust. J. Agric. Res.** 20, 919.
- LANGLANDS, J.P., 1970. Efficiency of wool production of sheep. 3. The use of Sulphur-containing amino acids to stimulate wool growth. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 10, 665.
- LEE, G.J., HENNESSY, D.W., NOLAN, J.V. & LENG, R.A., 1987. Responses to nitrogen and maize supplements by young cattle offered a low-quality pasture hay. **Aust. J. Agric. Res.** 38, 195.

- LENG, R.A.**, 1990. Factors affecting the utilization of 'poor-quality' forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutr. Res Rev.** 3, 277.
- LENG, R.A.**, 1991. Further observation on the efficiency of feed utilisation for growth in ruminants fed forage based diets. In: Recent advances in animal nutrition. Ed. Farrell, D.J, University of New England, Armidale, N.S.W. pp. 28 - 47.
- LENG, R.A. & NOLAN, J.V.**, 1984. Symposium: Protein nutrition of the lactating dairy cow. Nitrogen metabolism in the rumen. **J. Dairy. Sci.** 67, 1072 - 1089.
- LINDSAY, D.B.**, 1970. Carbohydrate metabolism in the ruminant. In: Physiology of digestion and metabolism in the ruminant. Ed. Phillipson, A.T., Oriel Press: Newcastle upon Tyne, U.K. pp. 438 - 451.
- LLOYD, C.E. & LLOYD DAVIES, H.**, 1992. Effect of supplementing sheep with oat grain on their intake, digestion, and nitrogen balance when fed chopped carpet grass (*Axonopus affinis* Chase) hay. **Aust. J. Exp. Agric.** 32, 163.
- LLOYD DAVIES, H.**, 1983. Some aspects of the production of weaner sheep in the winter rainfall regions of Australia. **Livst. Prod. Sci.** 10, 239-252
- LYNCH, G.P., ELSASSER, T.H., JACKSON, C. Jr., RUMSEY, T.S., CAMP, M.J.**, 1991. Nitrogen metabolism of lactating ewes fed rumen-protected methionine and lysine. **J. Dairy Sci.** 74, 2268 - 2276.
- MACKIE, R.I. & WHITE, B.A.**, 1992. Recent advances in rumen microbial ecology and metabolism: Potential impact on nutrient output. **J. Dairy Sci.** 73, 2971 - 2995.
- MASSON, M.J. & PHILLIPSON, A.T.**, 1952. The composition of digesta leaving the abomasum of sheep. **J. Physiol.** 116, 98 - 111.
- MATA, G., PETER, D.W. & PURSER, D.B.**, 1992. Feed intake and liveweight response to methionine supplements in sheep grazing annual pasture. **Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.** 19, 144.
- MCDONALD, C.**, 1985. Boosting nitrogen content of oats for sheep feed. Farmnote 99/85.

- McMENIMAN, N.P., BEN-GHEDALIA, D. & ARMSTRONG, D.G., 1976.** Nitrogen energy interactions in rumen fermentation. In: Protein metabolism and nutrition. Eds. Cole, D.J.A., Boorman, K.N., Buttery, P.J., Lewis, D., Neale, R.J. & Swan, H.Butterworths, London. E.A.A.P. Publ. 16. pp.217 - 229.
- MEHREZ, A.Z., ORSKOV, E.R. & MCDONALD, I., 1977.** Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **Br. J. Nutr.** 38, 437 - 443.
- MIZWICKI, K.L., OWENS, F.N., POLING, K., & BURNETT, G., 1980.** Timed ammonia release from steers. **J. Anim. Sci.** 51, 698.
- MOIR, R.J., SOMERS, M., & BRAY, A.C., 1968.** Utilization of dietary sulphur and nitrogen by ruminants. **Sulphur Instit. J.** 3, 15.
- MOMONT, P.A., PRUITT, R.J. & JOHNSON, P.S., 1993.** Effect of methionine addition to a urea-grain supplement on intake and digestibility of mature, dormant grasses and performance of cows grazing winter range. **J. Anim. Sci.** 71, 515 - 521.
- MORCOMBE, P.W. & FERGUSON, J., 1990.** Lupin, Pea, and wheat grain as supplements for young Merino sheep grazing wheat stubble. **Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.** 18, 304.
- MOULD, F.L., ORSKOV, E.R. & MANN, S.O., 1983.** Associative effects of mixed feeds. 1. Effects of type and level of supplementation and influence of the rumen fluid pH on cellulolysis *in vivo* and dry matter digestion of roughages. **Animal Feed Science and Technology.** 10, 15 - 30.
- MOWAT, D.N. & DEELSTRA, K., 1972.** Encapsulated methionine supplement for growing-finishing lambs. **J. Anim. Sci.** 34, 332 - 335.
- MULHOLLAND, J.G. & COOMBE, J.B. 1979.** Supplementation of sheep grazing wheat stubble with urea, molasse and minerals: quality of diet, intake of supplemnts and animal respons **Aust. J. Exp. Agric. Anim Husb.** 19, 23.
- MULHOLLAND, J.G., COOMBE, J.B. & MCMANUS, W.R., 1976a.** Effect of starch on the utilization by sheep of a straw diet supplemented with urea and minerals. **Aust J. Agric. Res.** 27, 139.

- MULHOLLAND, J.G., COOMBE, J.B. FREER, M. & MCMANUS, W.R., 1976b. An evaluation of cereal stubbles for sheep production. **Aust J. Agric. Res.** 27, 881.
- MULHOLLAND, J.G., COOMBE, J.B. & MCMANUS, W.R., 1974. Intake and liveweight response of sheep fed three ground and pelleted cereal straws. **Aust. J. Exp. Agric. Anim Husb.** 14, 449.
- MURRAY, P.J., ROWE, J.B. & AITCHISON, E.M., 1990. The influence of protein quality on the effect of flavomycin on wool growth, liveweight change and rumen fermentation in sheep. **Aust. J. Agric. Res.** 41, 1323.
- MURRAY, P.J., WINSLOW, S.G. & ROWE, J.B., 1992. Conditions under which flavomycin increases wool growth and liveweight gain in sheep. **Aust. J. Agric. Res.** 43, 367.
- NAGARAJA, T.G., TAYLOR, M.B., HARMON, D.L. & BOYLER J.E., 1987. In vitro lactic acid inhibition and alterations in volatile fatty acid production by antimicrobial feed additives. **J. Anim. Sci.** 65, 1064.
- NIMRICK, K., HATFIELD, E.E., KAMMINSKI, J. & OWENS, F.N., 1970a. Qualitative assessment of supplemental amino acid needs for growing lambs fed urea as the sole nitrogen source. **J. Nutr.** 100, 1293 - 1300.
- NIMRICK, K., HATFIELD, E.E., KAMMINSKI, J. & OWENS, F.N., 1970a. Quantitative assessment of supplemental amino acid needs for growing lambs fed urea as the sole nitrogen source. **J. Nutr.** 100, 13001 - 1306.
- NOLAN, J.V., NORTON, B.W., MURRAY, R.M., BALL, F.M., ROSEBY, F.B., ROHAN-JONES, W., HILL, M.K. & LENG, R.A., 1975. Body weight and wool production in sheep given access to a supplement of urea and molasses: intake of supplement/response relationships. **J. Agric Sci., Camb.** 84, 39-48.
- NRC (National Research Council), 1985. Nutrient requirements of sheep. 6th rev. ed. National Academy of Sciences, Washington, D.C.
- O'DONOVAN, O.B., 1983. Untreated straw as livestock feed. **Nutr. Abstr. Rev.** 63 (7), 441.

- OWENS, F.N., KNIGHT, W.N. & NIMRICK, K.O. 1973. Intraruminal urea infusion and abomasal amino acid passage. **J. Anim. Sci.** 37, 1000.
- PERDOK, H.B., LENG, R.A., BIRD, S.H., HABID, G. & VAN HOUTERT, M., 1988. Improving livestock Production from Straw-Based Diets. In: Increasing Small Ruminant Productivity in Semi-arid Areas. Eds. Thompson, E.F. & Thompson, F.S., ICARD, Netherlands. pp. 81.
- PISULEWSKI, P.M. & BUTTERY, P.J. 1985. The effect of increasing methionine supply on the methionine conversion to cyst(e)ine in sheep. **Br. J. Nutr.** 54, 121 - 129.
- REIS, P.J., 1967. The growth and compisition of wool. IV. The differential response of growth and of sulfur content of wool to the level of sulphur-containing amino acids given per abomasum. **Aust. J. Biol. Sci.** 20, 809 - 825.
- REIS, P.J., 1969. The growth and composition of wool. V. Stimulation of wool growth by the abomasal administration of varying amounts of casein. **Aust. J. Biol. Sci.** 22, 745 – 759.
- REIS, P.J., 1979. Effects of amino acids on the growth and properties of wool. In: Physiological and environmental limitations to wool growth. Eds. Black, J.L. & Reis, P.J. University of new England Publishing unit, Armidale, Australia. pp. 223 - 242.
- REIS, P.J., SCHINCHEL, P.G., 1961. Nitrogen utilization and wool production by sheep. **Aust. J. Agric. Res.** 12, 335 - 352.
- REIS, P.J., SCHINCHEL, P.G., 1963. Some effects of sulphur-containing amino acids on the growth and composition of wool. **Aust. J. Biol. Sci.** 16, 218 - 230.
- REIS, P.J., SCHINCHEL, P.G., 1964. The growth and compositions of wools. II. The effect of casein, gelatin and sulphur-containing amino acids given per abomasum. **Aust. J. Biol. Sci.** 17, 532 - 547.
- REIS, P.J. & TUNKS, D.A., 1969. Evaluation of formaldehyde-treated casein for wool growth and nitrogen retension. **Aust. J. Agric. Res.** 20, 775-781.
- REIS, P.J. & TUNKS, D.A., 1978. Effects on wool growth of the infusion of mixtures of amino acids into the abomasum of sheep. **J. Agric Sci, Camb.** 36, 157 - 170.

- REIS, P.J., TUNKS, D.A. & DOWNS, A.M., 1973a. The influence of abomasal and intravenous supplements of sulphur-containing amino acids on wool growth rate. *Aust. J. Biol. Sci.* 26, 249 - 258.
- REIS, P.J., TUNKS, D.A. & SHARRY, L.F., 1973b. Plasma amino acid patterns in sheep receiving abomasal infusions of methionine and cystine. *Aust. J. Biol. Sci.* 26, 635 - 644.
- REIS, P.J., TUNKS, D.A. & SHARRY, L.F., 1989. Incorporation of abomasal and intravenous doses of [³⁵S]cystine and [³⁵S]methionine into wool. *J. Agric. Sci., Camb.* 112, 313 - 319.
- REIS, P.J., TUNKS, D.A. & MUNRO, S.G., 1990. Effects of the infusion of amino acids into the abomasum of sheep, with emphasis on the relative value of methionine, cysteine and homocysteine for wool growth. *J. Agric. Sci., Camb.* 114, 59 - 68.
- RIHANI, N., GARRETT, W.N. & ZINN, R.A., 1993. Influence of level of urea and method of supplementation on characteristics of digestion of high-fiber diets by sheep. *J. Anim. Sci.* 71, 1657 - 1665.
- ROBARDS, G.E., 1971. The wool growth of Merino sheep receiving an exponential pattern of methionine infusion to the abomasum. *Aust. J. Agric. Res.* 22, 261 - 270.
- ROCKS, R.L., WHEELER, J.L. & HADGES, D.A., 1980. Effect of molasses, aniseed and other additives on the acceptability of salt licks to sheep. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 13, 293.
- ROFFLER, R.E., SCHWAB, C.G. & SATTER, L.D., 1974. Influence of urea intake on ruminal ammonia concentration. *J. Dairy Sci.* 57, 631.
- ROWE, J.B., 1986. Feeding lupins to sheep. Farmnote 12/86.
- ROWE, J.B., BROWN, G., RALPH, I.G., FERGUSON, J. & WALLACE, J.W., 1989. Supplementary feeding of young Merino sheep, grazing wheat stubble, with different amounts of lupin, oat or barley grain. *Aust. J. Exp. Agric.* 29.

- ROWE, J.B., TUDOR, G.D., DIXON, R.M. & EGAN, A.R., 1991.** Cereal or legume grains as supplements for animals grazing stubble or dry pasture. In: Recent advances in animal nutrition. Ed. Farrell, D.J, University of New England, Armidale, N.S.W. pp. 72.
- SALES, J., 1991.** Bepaling van die optimum formaldehydbehandelingspeil vir die behandeling van plantaardige proteïenbronne en die invloed daarvan op die produksie van volwasse Merinohamels. M.Sc.-tesis, Universiteit van Stellenbosch
- SALTER, D.N., DANESHAVER, L. & SMITH, R.H., 1979.** The origin of nitrogen incorporated into compounds in the rumen bacteria of steers given protein and urea containing diets. **Br. J. Nutr.** 41. 197 - 209.
- SALTER, D.N., & SMITH, R.H., 1977.** Digestibilities of nitrogen compounds in rumen bacteria and in other components of digesta in the small intestine of the young steer. **Br. J. Nutr.** 38. 207 - 216.
- SATTER, L.D. & SLYTER, L.L., 1974.** Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. **Br. J. Nutr.** 32, 199.
- SCHOEMAN, E.A., 1969.** The utilization of proteins for wool growth and their effect on some physical and chemical properties. Ph.D. dissertation, University of Stellenbosch
- SCHOEMAN, E.A., DE WET, P.J. & BURGER, W.J., 1972.** The evaluation of the digestibility of treated proteins. **Agroanimalia** 4, 35-46.
- SCHEIFINGER, C., RUSSEL, N. & CHALUPA, W., 1976.** Degradation of amino acids by pure cultures of rumen bacteria. **J. Anim. Sci.** 43, 821 - 827.
- SIBBALD, I.R., LOUGHHEED, T.C. & LINTON, J.H., 1969.** Encapsulated methionine which passes the rumen intact and promotes growth. Proc. 2nd world conference on animal production. p. 453.
- SMITH, W.A., 1979.** Die invloed van maleïelmethionien op liggaamsmassaverandering, N-retensie en wolgroei tempo by volwasse Merinohamels. M.S.c.tesis, Universiteit van Stellenbosch.

- STAPLES, L.D., MCPHEE, S.R., WILLIAMS, A.H. & JOHNSON, R.J., 1993.** The application of new technology for the protection of amino acids to improve wool production and body growth in sheep. In: Recent advances in animal nutrition. Ed. Farrell, D.J, University of New England, Armidale, N.S.W. pp. 22 -33.
- STEPHENSON, R.G.A., SUTER, G.R. & HOWITT, C.J., 1991.** Wool growth responses to DL-methionine administration and factors affecting the value of supplementation. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 31, 471 - 477.
- STEPHENSON, R.G.A., SUTER, G.R., PRITCHARD, D.A. & MARTIN, M.D.J., 1990.** Studies of wool growth responses to 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid, Alimet, an analogue of methionine. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 30, 477 - 482.
- STORM, E. & ORSKOV, E.R., 1984.** The nutritive value of rumen micro-organisms in ruminants. 4. The limiting amino acids of microbial protein in growing sheep determined by a new approach. **Br. J. Nutr.** 52, 613.
- SUDANA, I.B. & LENG, R.A., 1986.** Effects of supplementing a wheat straw diet with urea or a urea-molasses block and/or cottonseed meal on intake and liveweight change of lambs. **Anim. Feed. Sci. Technol.** 16, 25.
- SWART, J.A., NIEMANN, P.J., ENGELS, E.A.N. & BIEL, L.C., 1971.** The influence of fish meal and yellow maize on the nutritive value of *Themeda triandra* for Merino sheep. **S. Afr. J. Anim. Sci.** 1, 25.
- VALENTINE, S.C. & WICKES, R.B., 1981.** Nutritive value of alkali-treated wheaten straw fed to sheep with supplements of either lupins or barley and urea. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 21, 183.
- VAN DER MERWE, F.J. & SMITH, W.A., 1991.** Diervoeding. Kosmo Uitgewery, Stellenbosch.
- VEIRA, D.M., IVAN, M. & JURI, P.Y., 1983.** Rumen ciliate protozoa: Effects on digestion in the stomach of sheep. **J. Dairy. Sci.** 66, 1015.
- VEIRA, D.M, MACLEOD, G.K., BURTON, J.H. & STONE, J.B., 1980.** Nutrition of the weaned Holstein calf. I. Effect of dietary protein level on rumen metabolism. **J. Anim. Sci.** 30, 477 - 482.

- WARREN, H.M., NEUTZE, S.A., MORRISON, J.M. & NICHOLLS, P.J., 1988.** The value of whole cottensed in a wheat-based maintenance ration for sheep. **Aust. J. Exp. Agric.** 28, 453.
- WEBB, K.E., MATTHEWS, J.C. & DIRIENZO, D.B., 1992.** Peptide absorption: A review of current concepts and future perspectives. **J. Anim. Sci.** 70, 3248 - 3257.
- WHEELER, J.L., FERGUSON, K.A. & HINKS, N.T., 1979.** Effect of nutrition genotype lactation and wool cover on response by grazing sheep to methionine esters and polymer encapsulated methionine. **Aust. J. Agric. Res.** 30 (4), 711 - 723.
- WILLIAMS, A.J., ROBARDS, G.E. & SAVILLE, D.G., 1972.** Metabolism of cystine by Merino sheep genetically different in wool production. II. The responses in wool growth to abomasal infusions of L-cystine or DL-methionine. **Aust. J. Biol. Sci.** 25, 1269 - 1276.
- WOLFF, J.E. & BERGMAN, E.N., 1972.** Gluconeogenesis from plasma amino acids in fed sheep. **Amer. J. Physiol.** 223, 455 - 459.
- WRIGHT, P.L., 1971.** Body weight gain and wool growth response to formaldehyde treated casein and sulfur amino acids. **J. Anim. Sci.** 33, 137.

Hoofstuk 2

Die effek van die aanvulling van metionien of beskermde metionien saam met verskillende proteïenbronne op wolgroei en liggaamsmassatoename by jong Merinoskape wat lae kwaliteit ruvoer ontvang

2.1 Opsomming

Die invloed van proteïenaanvulling in die vorm van ureum, sonneblomoliekoekmeel (SBOKM) en formaldehydbehandelde SBOKM (FSBOKM) in kombinasie met metionienaanvulling (geen-metionien, metionien en beskermde metionien) as byvoeding tot 'n dieet van hawerstrooi, gars en 'n mineraallek is by jong Merinohamels ondersoek. Droëmateriaalinname, liggaamsmassaverandering en veseldikte was betekenisvol hoër met FSBOKM-aanvulling as met ureumaanvulling. Met SBOKM-aanvulling was slegs droëmateriaalinname betekenisvol hoër as met ureumaanvulling. Die beskermde metionien dimetilmaleïelmetionien (MMM) -aanvulling het betekenisvol hoër wolproduksie getoon, maar met 'n laer ($P < 0.05$) droëmateriaalinname as met geen-metionienaanvulling. Die aanvulling van MMM het ook 'n hoër ($P < 0.05$) wolproduksie teenoor metionienaanvulling getoon. Die bloedureumkonsentrasie was hoër ($P < 0.05$) met SBOKM- as met ureumaanvulling. Beide bloedglukose- en bloedureumkonsentrasie was met MMM-aanvulling hoër ($P < 0.05$) as met geen-metionien- en metionienaanvulling. Die bloedglukosekonsentrasie met metionienaanvulling was egter ($P < 0.05$) laer as met geen-metionienaanvulling. Proteïenaanvulling het geen betekenisvolle effek op liggaamsamestelling gehad nie. In die geval van metionienaanvulling was die liggaamswater, -proteïen en -as met MMM-aanvulling laer ($P < 0.05$) as met geen-metionien- of metionienaanvulling. Die liggaamsvet was egter hoër ($P < 0.05$) met MMM-aanvulling. Die aanvulling van MMM het die stikstof (N) -benutting vir wolproduksie verhoog ($P < 0.05$) en N-benutting vir proteïensintese verlaag ($P < 0.05$) teenoor geen-metionien- of metionienaanvulling.

2.2 Inleiding

In die wintergraan produserende areas van Suid-Afrika vind vleis- en wolproduksie plaas in kombinasie met produksie van graan. Vanaf Oktober- tot Aprilmaand word stoppellande oorwegend gebruik vir die oorsomering van skape waar diere die oesreste (strooi) en vermorsde graan benut. Afgegradeerde graan word ook gebruik as aanvulling op stoppellande. Die veeproduksiepotensiaal van stoppellande is egter laag wat lei tot liggaamsmassa- en lamverliese (Rowe & Ferguson, 1986; Morcombe & Ferguson, 1990) en verlaging in wolgroeitempo (Aitchison, 1988). Strooi is volgens Perdok, Leng, Bird, Habid & Van Houtert (1988) 'n swak kwaliteit ruvoer met lae konsentrasies van oplosbare stikstof en minerale wat onvoldoende is vir 'n aktiewe en doeltreffende rumen mikrobiële ekosisteem wat tot lae innames en verteerbaarheid lei. Die tekort aan stikstof en swawel kan volgens Rowe, Tudor, Dixon & Egan (1991) ekonomies deur 'n nie-proteïen stikstofbron (NPN-bron) en anorganiese swawel aangevul word. Die aanvulling van ureum as 'n goedkoop bron van NPN saam met swak kwaliteit ruvoer lewer dikwels swak resultate by lammers weens metionien wat die eerste beperkende aminosuur is, gevolg deur lisien en treonien (Nimrick, Hatfield, Kamminsji & Owens, 1970). Deur aanvulling van nie-degradeerbare proteïen (deurvloeiproteïen) aan skape op 'n onderhoudsdiëet, is verhoogde wolproduksie verkry (Reis, 1969; Barry, 1972 en Coombe, 1992).

Heelwat oliekoeksaadmele word in Sub-Sahara Afrika lande geproduseer en word ook as proteïenaanvulling op swak kwaliteit weiding gebruik (Sibanda, Osuji & Nsahlai, 1993). Met die hoë swawelbevattende aminosuurinhoud van sonneblomoliekoekmeel (SBOKM) (Griesel, 1979) is dit ideaal vir aanvulling by wolproduserende skape. Soos deur De Jager (1981) gevind, word SBOKM grootliks in die rumen gedeamineer. De Wet, Schoeman & Burger (1969) toon dat SBOKM doeltreffend teen ruminale afbraak beskerm kan word met formaldehydbehandeling en daardeur voldoende aminosure op weefselvlak beskikbaar te stel vir verhoogde produksie.

Deur slegs die beperkende aminosure aan te vul, is verhoogde produksie moontlik. Die aanvulling van DL-metionien is ondoeltreffend weens deaminering in die retikulo-rumen (Reis & Shinckel, 1963; Colebrook Ferguson, Hemsley, Hogan, Reis & Weston, 1968; Wright, 1971; Bird & Moir, 1972; Reis, Downes, Sharry & Tunks, 1978), maar met beskerming van aminosure teen ruminale afbraak, het verskeie navorsers verbetering in wolgroeitempo verkry (Reis & Shinckel, 1963; Reis, 1967; Reis, Tunks & Downes, 1973).

Die eerste prioriteit is om voldoende voedingstowwe aan rumen mikroörganismes te verskaf vir optimale mikrobiese groei wat tot verbeterde fermentering van ruvoer en verhoogde droëmateriaalinname sal lei (Leng, 1990). Daarna is dit nodig om die beperkings van mikrobeproteïen vir vleis- en wolproduksie aan te vul. Die doel van hierdie studie was om strategieë te ondersoek vir optimale benutting van laegraadse ruvoer met verskillende proteïen- en/of aminosuuraanvullings vir verhoogde wol- en vleisproduksie.

2.3 Hipotese

Die aanvulling van beskermde aminosure (FSBOKM en sintetiese metionien) verhoog liggaamsmassatoename, wolproduksie (vesellengte sowel as veseldikte), by jong groeiende Merinohamellammers wat 'n swak kwaliteit ruvoer (strooi) met garsaanvulling kry.

2.4 Materiaal en metodes

2.4.1 Proefdiere

Merinohamellammers vanaf Riviersonderend is in hierdie studie gebruik. Die lammers was sewe maande oud en het 'n gemiddelde lewendeliggaamsmassa van 33.1 kg gehad. Na 'n aanpassingsperiode van 50 dae is die lammers in individuele hokke geplaas. Hulle is met aankoms met 'n breë-spektrum doseermiddel behandel en met plasing in hokke is hulle weer gedoseer en met bloednierentstof geïmmuniseer. Die midrib aan die linkerkant van

die skaap is skoongeskeer en die buitelyne van 'n area van 100 cm² is getatoëer. Die proefskape is driemaandeliks met 0.5 ml ADE-kompleks ingespuut en die kloutjies is gereeld geknip.

2.4.2 Proefdiëte

Voer en vars water is elke dag om 6:30 verskaf. In Tabel 1 word die grondstowwe se voedingswaarde getoon met 'n uiteensetting van rantsoene in Tabel 2. Metionien en MMM is aangevul sodat skape 2.5 g metionienekwivalent per dag inneem. Konsentrate en lek is in die oggende verskaf. Ruvoer is deur die dag aangevul. Voerreste is in die oggend voor voeding verwyder. Die lek bestaan uit 49.1% voerfos P12, 49.1% growwe sout en 0.8% voergraad swawel waarvan die skape elke dag 35 g ontvang het. Die basale dieet bestaan uit *ad libitum* hawerstrooi, gemaal deur 'n 12.7 mm sif en heel gars aangevul teen 1.1% van liggaamsmassa (Dixon, Karda, Hosking en Egan, 1989). Die rantsoene vir die hoofbehandeling is op iso-N en -energiebasis saamgestel. Vir die voorkoming van blaasstene is gars met ammoniumsulfaat behandel sodat skape 3.1 g ammoniumsulfaat per dag inneem.

2.4.3 Proefontwerp

Die proefontwerp was 'n 3 x 3 faktoriaal met die drie hoofbehandelings as ureum-, SBOKM- en FSBOKM. Elke van die hoofbehandelings is met geen-metionien, metionien en MMM aangevul. Die SBOKM is met formaldehydbehandel soos beskryf deur Sales (1991). Vir optimale behandeling van SBOKM met formaldehyd is 0.86 g formaldehyd per 100 g ruproteïen gebruik (Sales, 1991). Die 2-metielmaleïel-DL-metionien (MMM) is volgens die metode van Coetzee (1988) berei.

Die wolgroeitempo van 45 skape is oor 'n 28 dae periode bepaal terwyl skape slegs basale dieet ontvang het. Die skape is daarna ewekansig in 9 groepe ingedeel op grond van liggaamsmassa en wolgroeitempo oor 28 dae.

Wolgroeitempo, veseldikte, liggaansmassaverandering, DM-inname, liggaamsamestelling en bloedureum en -glukose-inhoud is oor 'n 28 dae produksieperiode gemeet.

Die wolgroeitempo is oor 'n 28 dae periode bepaal deur die neem van 'n wolmonster op die linker midrib. Veseldikte is met 'n "Objective Fibre Diameter Analyser" (IWTO-47-95, Mikron = $5.0987 * (\text{OFDA lesing}) - 2.13$) deur die voormalige Wolraad ontleed. Droëmateriaalinname is weekliks bepaal.

Bloedmonsters (20 ml) is aan die begin en einde van die periode geneem. Bloedplasma-glukose- (Boehringer Mannheim enzymatic colorimetric method, Cat. No. 776 815) en bloedserumureum- (Boehringer Mannheim enzymatic colorimetric method, Cat. No. 1203 843) konsentrasie is bepaal. Liggaamsamestelling is met behulp van die tritiumwaterspasiemetode bepaal, soos beskryf deur Jacobs (1972), Boshoff (1973), Landman (1981) en Coetzee (1988).

Die grondstowwe is vir droëmateriaal (DM), organiese materiaal (OM), ruproteïen (RP), vet, vesel en as ontleed (AOAC, 1990). Neutraalbestande vesel (NDF) en suurbestande vesel (ADF) van grondstowwe is bepaal soos beskryf deur Van Soest (1963). *In vitro* verteerbaarheid van OM (IVOMD) is bepaal volgens die tegniek van Tilley & Terry (1963) soos gemodifiseer deur Engels & Van der Merwe (1967).

2.4.4 Statistiese ontleding

Resultate van die faktoriale ontwerp is analiseer deur multifaktoriale analise van variansie (Snedecor & Cochran, 1967). Betekenisvolle verskille tussen gemiddeldes is bepaal deur gebruik te maak van die kleinste betekenisvolle verskil by 'n bepaalde f-waarde. Betekenisvolheid is verklaar by $P \leq 0.05$.

2.5 Resultate en bespreking

In Tabel 2.3 word die invloed van proteïen- en aminosuuraanvulling op droëmateriaalinname (DMI), liggaamsmassa, liggaamsmassaverandering, wolproduksie en veseldikte getoon. Geen interaksie ($P > 0.05$) is tussen die aanvulling van proteïen en aminosure waargeneem nie en daarom word die invloed van die hoofeffekte afsonderlik bespreek. Die DMI is deur beide vorms van sonneblomoliekoekmeel (SBOKM & FSBOKM) –aanvulling verhoog ($P < 0.05$) in vergelyking met ureumaanvulling. Daar was geen verskil ($P > 0.05$) in die DMI by SBOKM- en FSBOKM-aanvullings nie. Liggaamsmassatoename en veseldikte van wol was hoër ($P < 0.05$) vir die FSBOKM-aanvulling as vir die ureumaanvulling. Daar is geen verskil ($P > 0.05$) in die liggaamsmassatoename en veseldikte van wol tussen SBOKM-aanvulling en ureum- of FSBOKM-aanvullings nie. Liggaamsmassa en wolgroeitempo is nie deur ($P > 0.05$) die verskillende proteïenaanvullings beïnvloed nie.

Volgens NRC (1985) is die DM-behoefte van jong groeiende hamels 1.3 kg per dag terwyl die daaglikse RP-behoefte 191 g is. Indien die liggaamsmassatoename minder is as 100 g per dag is, is die daaglikse RP-behoefte 131g. Die DMI van hierdie studie het gewissel van 848 g/dag tot 959 g/dag. Die verskil in DM-inname is as gevolg van verskille in strooi-inname. De Jager (1981) het met 'n basale dieet van koringstrooi (73%) en lusern (27%) met verskillende proteïenaanvullings (SBOKM, FSBOKM en vismeel) by volwasse Merinohamels 'n gemiddelde DMI van 905.6 g verkry.

Coombe (1992) het gevind dat skape op 'n strooidieet met ureumaanvulling minder ($P > 0.05$) wol groei as skape waarby formaldehydbehandelde proteïen (kanolameel of SBOKM) aangevul is. In huidige studie en die studie van Sales (1991) is 'n peil van 0.86 g formaldehyd per 100 g proteïen gebruik. In die huidige studie is wolgroeitempo's van 0.94 en 1.05 mg/cm²/dag onderskeidelik, vir SBOKM- en FSBOKM-behandeling verkry. In die studie van Sales (1991) is met 'n hoër voedingspeil wolgroeitempo's van 1.20 en 1.32 mg/cm²/dag onderskeidelik vir die SBOKM- en FSBOKM-behandelings verkry. Met

'n lae voedingspeil (73 % koringstrooi) het De Jager (1981) 'n lae wolgroeitempo van 0.68 en 0.72 mg/cm²/dag onderskeidelik vir SBOKM- en FSBOKM-aanvulling verkry. Schoeman, De Wet & Burger (1973) het 'n verhoging van slegs 4 % op wolgroeitempo verkry met die insluiting van FSBOKM (1.3 g formaldehyd/100g RP) by skape op 'n voedingspeil van 20 % bokant onderhoudspeil. Met slegs 'n onderhoudsdieet het Grobbelaar, De Wet & Schoeman (1973) 'n 16.44 % verhoging in wolgroeitempo verkry met 'n 7 % insluiting van FSBOKM wat met 4.3 g formaldehyd per 100 g RP behandel is.

In die studie van Sales (1991) is liggaamsmassatoenames van 166 en 124 g/skaap/dag onderskeidelik vir FSBOKM- en SBOKM-behandelings verkry. Dit is heelwat hoër as die 43.9 en 38.2 g/skaap/dag onderskeidelik vir FSBOKM- en SBOKM-behandelings van die huidige studie. Die gemiddelde RP-inname in die huidige studie is 106 g/skaap/dag, wat heelwat laer is as die aanbevole minimum behoefte volgens die NRC (1985) van 131 g/skaap/dag. Met die studie van Sales (1991) is RP-innames van 269 g/skaap/dag verkry. Met 'n dieet wat bestaan uit hawerhooi, hawer plus SBOKM, 'n RP-inname van 96.25 het Doyle, Dove, Freer, Hart, Dixon & Egan (1988) 'n liggaamsmassatoename van 45 g/dag verkry wat ooreenstem met die 38.2 g/dag van hierdie studie.

Die aanvulling van onbeskermd metionien teenoor geen-metionien (Tabel 2.3) het geen effek ($P>0.05$) op DMI, liggaamsmassa, liggaamsmassaverandering, wolproduksie en veseldikte gehad nie. Deur metionien teen ruminale afbraak te beskerm (MMM-behandeling) is 'n 37 % hoër ($P<0.05$) wolgroeitempo verkry. Met MMM-aanvulling teenoor geen-metionienaanvulling was daar 'n verlaging ($P<0.05$) in DMI.

Die nie-betekenisvolle ($P>0.05$) effek op liggaamsmassaverandering wat hierdie studie met die beskerming van metionien teen ruminale afbraak verkry het, is in ooreenstemming met studies van Bonifacino (1979), Smith (1979), Landman (1981) en Coetzee (1988).

Wanneer metionien abomasaal toegedien is, het Reis & Tunks (1974) aangedui dat 'n beter respons verkry word indien 'n goeie kwaliteit ruvoer aangevul is teenoor swak kwaliteit

ruvoer. Die lae voedingspeil in die huidige studie is moontlik die rede vir die nie-betekenisvolle ($P>0.05$) verhoging van 1 % in wolgroeitempo met metionienaanvulling. Met 'n hoër voedingspeil het Doyle & Bird (1975) 'n verhoging van onderskeidelik 18 % en 9 % verkry met die aanvulling van 3.8 g en 1.9 g metionien per dag.

In die huidige studie is veseldikte nie deur metionien- of MMM-aanvulling beïnvloed ($P>0.05$) nie. In teenstelling is met studies van Stephenson, Suter & Howitt (1991) en Staples, McPhee, Williams & Johnson (1993) betekenisvolle verhogings in veseldikte verkry. Met onderhuidse inspuiting van 2.5 g metionien per dag is 'n verhoging ($P<0.05$) van 2.7 μm (16.8 %) in veseldikte verkry met twee jaar oue Peppin Merinohamels op 'n verpilte luserndieet (Stephenson *et al.*, 1991). Die aanvulling van 2 g metionien in die vorm van mikrosfere aan skape op goeie kwaliteit weiding het veseldikte verhoog ($P<0.001$) (Staples *et al.*, 1993). Hierdie verhoging was onafhanklik van die vlak van gars- of lupienaanvulling.

In Tabel 2.4 word die invloed van proteïen- en aminosuuraanvulling op bloedplasmaglukose- en bloedserumureumkonsentrasie getoon. Daar was geen interaksie ($P>0.05$) tussen proteïen- en metionienaanvulling vir glukose- sowel as ureumkonsentrasies nie. Die verskillende proteïenaanvullings het geen effek ($P>0.05$) op bloedplasmaglukosekonsentrasie nie. Daar was slegs 'n verskil ($P<0.05$) in die bloedserumureumkonsentrasie tussen die ureum- en SBOKM-behandeling.

Die verskillende aminosuurbehandelings het 'n betekenisvolle effek op bloedplasmaglukosekonsentrasie sowel as bloedserumureumkonsentrasie gehad. Die bloedglukosekonsentrasie is betekenisvol ($P<0.05$) verlaag en verhoog deur onderskeidelik metionien en MMM aan te vul teenoor geen-metionien. Tussen geen-metionien- en metionienbehandelings is geen effek ($P>0.05$) op bloedserumureumkonsentrasie verkry nie. Deur MMM-aanvulling is die bloedserumureumkonsentrasie betekenisvol ($P<0.05$) verhoog teenoor geen-metionien- en metionienaanvullings.

Die invloed van proteïen- en aminosuuraanvulling op liggaamsamestelling word in Tabel 2.5 getoon. Daar is geen interaksie ($P>0.05$) tussen proteïen- en aminosuuraanvulling vir liggaamswater-, proteïen-, vet- en asinhoud waargeneem nie. Proteïenaanvulling het ook geen effek ($P>0.05$) op liggaamswater-, proteïen-, vet- en asinhoud gehad nie. In teenstelling het Faichney (1971) met die insluiting van formaldehydbehandelde kaseïen by kruisraslamers, 'n verlaging van 4.3 % in liggaamsvet en 'n verhoging van 0.6 % in liggaamsproteïen verkry.

Die aanvulling van metionien teenoor geen-metionien het geen effek ($P>0.05$) op liggaamsamestelling nie. Die aanvulling van MMM teenoor geen-metionien- en metionien is liggaamswater-, liggaamsproteïen- en liggaamsasinhoud verlaag ($P<0.05$) en liggaamsvetinhoud verhoog ($P<0.05$).

In Tabel 2.6 word die invloed van proteïen- en aminosuuraanvulling op N-benutting vir wol- en liggaamsproteïenproduksie getoon. Die hoeveelheid N in wolproteïen neergelê (N-retensie in wolproteïen) is vanaf die skoonwolproduksie bereken met die aanname dat wolproteïen 16 % N bevat. Die daaglikse hoeveelheid N in liggaamsproteïen neergelê (N-retensie in liggaamsproteïen) is bereken deur die daaglikse toename in liggaamsproteïen deur 6.25 te deel. Daar is geen ($P<0.05$) interaksie tussen proteïen- en aminosuuraanvulling op N-benutting vir wol- en liggaamsproteïenproduksie nie. Proteïenaanvulling het ook geen effek ($P>0.05$) op N-benutting vir wol- en proteïenproduksie gehad nie.

Vir aminosuuraanvulling was daar geen verskil ($P>0.05$) tussen geen-metionien- en metionienbehandelings vir N-benutting vir wol- en liggaamsproteïenproduksie nie. MMM-anvulling het 'n betekenisvolle ($P<0.05$) verhoging en verlaging vir onderskeidelik N-benutting vir wolproduksie en N-benutting vir liggaamsproteïenproduksie tot gevolg gehad.

Met die studie van De Jager (1981) is 5.77 % meer N in wol neergelê met formaldehydbehandeling (0.71 g formaldehyd/100 g RP) van SBOKM wat ooreenstem

met die 7.7 % verhoging ($P>0.05$) in die huidige studie. Sales (1991) het egter 'n 9 % verhoging in N in wol neergelê verkry met die formaldehiedbehandeling van SBOKM. Met formaldehiedbehandelde kaseïen is 'n 21 % (Reis & Tunks, 1969) en 11 % (Faichney, 1971) verhoging in die N-neerlegging in wol verkry. Die hoeveelheid N in wol neergelê as 'n persentasie van N ingeneem by Sales (1991) was laer (3.72 tot 4.59%) as waardes deur ander navorsers (9.62 %: Du Plessis, 1974; 5.38 tot 6.46 %: Smith, 1979 en 7.18 tot 8.90 %: Coetzee, 1988) bevind alhoewel die totale RP-inname by die studie van Sales (1991) hoër was.

Met die lae voedingspeil in die huidige studie het die hoeveelheid N-neerlegging in liggaamsproteïen gewissel tussen -0.95 en -1.27 gram per skaap per dag. Met 'n hoër voedingspeil is by jong skape 'n hoër N-neerlegging in liggaamsproteïen (2.79 tot 5.92 g N /s/d) deur Sales (1991) verkry. Met volwasse Merinohamels op *ad libitum* voeding is waardes van 0.87 tot 2.34 g N /s/d deur Du Plessis (1974) verkry terwyl Bonifacino (1979) by lammers met *ad libitum* voeding ook 'n lae waarde van 0.25 tot 1.73 g N /s/d verkry het. Coetzee (1977) het met *ad libitum* voeding van lammers egter hoër waardes as Bonifacino (1979) verkry, naamlik 3.25 tot 3.49 g N /s/d. Die hoeveelheid en kwaliteit van die basale dieet het dus 'n invloed op die hoeveelheid N in liggaamsproteïen neergelê. Dit is duidelik dat met lae kwaliteit ruvoer soos strooi is die N-neerlegging laag as gevolg van lae DM-innames en die lae N-inhoud van strooi.

Die oplosbaarheid van die proteïenbron en die aminosuursamestelling daarvan saam met die totale produksie van essensiële aminosure in die rumen kan egter 'n bepalende faktor vir maksimum produksie vir vinnig groeiende lammers (Whitelaw & Preston, 1963; Kay, Preston, Macleod & Phillip, 1966; Davies, 1968) of vir wolproduksie (Hogan & Weston, 1967) wees. Eers wanneer voldoen word aan die behoefte vir weefselgroei kan die beskikbare N vir wolproduksie aangewend word (Schoeman, 1969) mits die gewenste verhouding met energie ingeneem word (Leng, 1991). Deur die verhoging van die metionieninname deur MMM-aanvulling is verhoogde wolproduksie verkry deurdat voldoende energie beskikbaar was vir die sintese van wolproteïen. Wanneer voldoende

stikstof verskaf word is dit volgens Gallup, Pope & Whitehair (1952) en Kempton, Nolan & Leng (1977) slegs moontlik dat 'n meetbare effek met metionienaanvulling verkry word wanneer daar 'n tekort aan swawel of swawelbevattende aminosure voorkom. Die rede vir die verhoging in liggaamsmassatoename, maar nie in wolproduksie met aanvulling van FSBOKM, is dat beskikbare energie en aminosure vir liggaamsweefelsproduksie benut is met geen surplus energie en aminosure vir wolproduksie nie anders sou daar moontlik 'n interaksie tussen FSBOKM- en MMM-aanvulling plaasgevind het.

Die reaksie met MMM-aanvulling op wolgroeitempo wys dat metionien beperkend was, maar weens tekorte vir liggaamsmassatoename is beskikbare energie vir wolproduksie aangewend. Kempton *et al.* (1977) het tot die gevolgtrekking gekom dat beskermde aminosure slegs tot reaksie in staat is wanneer die dieet nie aan daardie spesifieke aminosuur voldoen nie en dat 'n reaksie nie by diere verwag kan word waar proteïenbehoefte laag is of waar energie-inname beperk is nie. Namate metionieninname toeneem, is dit moontlik dat ander aminosure 'n beperking op wolgroei kan plaas (Schoeman, 1969; Smith, 1979 en Coetzee, 1988). Die eerste beperkende aminosuur in SBOKM is lisien (Saunders, 1973; Seerley, Burdick, Russom, Lowrey, McCampbell & Amos, 1974; Smith, 1980) en tot 'n geringe mate treonien (Klain, Hill, Branion & Gray, 1956; Smith, 1980). Dit is dan moontlik die rede waarom daar nie 'n verdere verhoging in wolgroeitempo waargeneem is met MMM-aanvulling saam met SBOKM en FSBOKM nie. Verder is die lae lisieninhoud van SBOKM moontlik die rede vir geen effek op liggaamsmassatoename nie. Deur die formaldehydbehandeling van SBOKM is dit ook moontlik dat van die lisien nie biobeskikbaar is nie.

Die effek met beskermde aminosuuraanvulling hang volgens Coetzee (1988) af van die tipe dieet wat aan skape gevoer word. Met lae kwaliteit ruvoere het Doyle *et al.* (1988) gevind dat onvoldoende energie ingeneem word om aan diere se voedingsbehoefte te voldoen. Volgens hulle ontstaan hierdie tekort as gevolg van die verteringsprodukte in die rumen en nie weens die vul van die rumen nie. Soos deur Andrews & Ørskov (1970a, b) gevind,

word 'n verhoogde liggaamsmassatoename verkry deur verhoogde energie-aanvulling by dieselfde proteïenpeil.

2.6 Gevolgtrekking

Vir jong groeiende skape wat swak kwaliteit ruvoer plus gars ontvang met relatief lae vlakke van aanvulling van verskillende bronne van proteïen, is metionien 'n beperkende aminosuur, veral vir wolgroei, ongeag van die proteïenbron wat gebruik word. Die aanvulling van metionien alleen is oneffektief as gevolg van ruminale afbraak. Soos deur verskeie ander navorsers gevind is, is daar in die huidige studie 'n verhoging in wolproduksie verkry met die aanvulling van beskermde metionien. Die aanvulling van beskermde metionien in die vorm van MMM het wolproduksie verhoog maar nie liggaamsmassatoename nie. Hierdie verhoging is dus moontlik as gevolg van metionien wat by al drie proteïendiëte beperkend vir wolproduksie was. Met MMM-aanvulling was daar egter 'n negatiewe N-benutting vir proteïenproduksie en verder is die veseldikte ook verhoog. Dove & Robards (1974) het gevind dat die abomasale aanvulling van metionien 'n hoër wolproduksie lewer indien diere goeie kwaliteit dieet ontvang in plaas van 'n lae kwaliteit hooi. Beskermde metionien in die vorm van MMM word nog nie kommersiël vervaardig nie as gevolg van hoë vervaardigingskoste en sal slegs vir diereproduksie oorweeg word indien dit bekostigbaar is vir die kommersiële landbou. Die effek wat maleïensuur op metabolisme het moet ook verder ondersoek word. Die aanvulling van beskermde metionien aan skape op 'n lae voedingspeil kan oorweeg word in tye van hoë wolpryse in verhouding met vleispryse en ook wanneer die prysverskille tussen fyn, medium en sterk wol klein is.

Geen voordeel in terme van liggaamsmassatoename en wolproduksie is verkry met die aanvulling van SBOKM nie. Die aanvulling van FSBOKM het egter 'n verhoging in liggaamsmassatoename tot gevolg gehad maar nie wolproduksie nie. Die gemiddelde liggaamsmassatoename in die huidige studie is relatief laag wat dui op 'n lae inname van voedingstowwe. Met die aanvulling van FSBOKM is van die beperkings op

liggaamsmassatoename opgehef. Hierdie verhoging mag as gevolg van NDP wees wat ook volgens Cronje (1990) 'n potensiële bron van glukose is. Die toename in bloedglukosekonsentrasie met FSBOKM-aanvulling was egter nie-betekenisvol ($P>0.05$) nie. Cronje (1987) het egter getoon dat die glukoseproduksie van lammers met 72% verhoog word deur die aanvulling van NDP. Die aanvulling van SBOKM en FSBOKM het wel droëmateriaalinname verhoog, maar as gevolg van lae verteerbaarheid van strooi was die reaksie min tot geen. Die verhoogde liggaamsmassatoename met FSBOKM en nie SBOKM nie, kan moontlik ook as gevolg van beter vertering en benutting van die verskillende voedingstowwe wees.

Weens die lae lisieninhoud van SBOKM is 'n tekort aan beskikbare lisien moontlik die rede vir lae wolproduksie op die aanvulling van beskermde metionien (Coetzee, 1988), veral wanneer lae proteïenaanvulling verskaf word, soos in die huidige studie. Dit is daarom dalk ook die rede vir die lae liggaamsmassatoenames wat in huidige studie waargeneem is. Kempton *et al.* (1977) het tot die gevolgtrekking gekom dat beskermde aminosure slegs tot reaksies in staat is wanneer die dieet nie aan die spesifieke aminosuurbehoefte voldoen nie en dat reaksie nie by diere verwag kan word waar proteïenbenodigdhede laag is of waar energie-inname beperk is nie.

Op lae kwaliteit ruvoer is dit dus nie die moeite werd om SBOKM in plaas van ureum vir onderhoud aan te vul nie. Dus kan NPN-vlakke maksimaal verhoog word en verdere N-benodigdhede kan met FSBOKM aangevul word. Op stoppellande met groenopslag sal minimale voordele met rumenverteerbare N verkry word en 'n NDP-bron soos FSBOKM kan aangevul word.

2.7 Verwysings

- AITCHISON, E., 1988. Cereal straw and stubble for sheep feed. **J. Agric. West. Aust.** 29, 96.
- ANDREWS, R.P. & ØRSKOV, E.R., 1970a. The nutrition of the earley weaned lamb. I. The einfluence of protein concentration and feeding level on rate of gain in body weight. **J. Agric. Sci.** 75, 11 – 18.
- ANDREWS, R.P. & ØRSKOV, E.R., 1970b. The nutrition of the earley weaned lamb. II. The effect of dietary protein concentration, feeding level and sex on body composition at two live weights. **J. Agric. Sci.** 75, 19 – 26.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis, 14th edition Ed. Williams, S. Virginia, U.S.A.
- BARRY, T.N., 1972. The effect of feeding formaldehyde-treated casein to sheep on nitrogen retension and wool growth. **N.Z. J. Agric. Res.** 15, 107 – 116.
- BIRD, P.R. & MOIR, R.J., 1972. Sulphur metabolism and excretion studies in ruminants. VIII Methionine degradation and utilization in sheep when infused into the rumen or abomasum. **Aust. J. Biol. Sci.** 25, 835 – 848.
- BONIFACINO, L.A., 1979. The influence of Maleyl-lysine and maleyl-methionine on body growth, body composition and wool growth of Merino lambs. M.Sc. thesis, University of Stellenbosch.
- BOSHOFF, P.J., 1973. Netto benutting van energie en proteïen deur vroeggespeende lammers. M.Sc.-tesis, Universiteit van Stellenbosch.
- COETZEE, J., 1977. Die benutting van stikstof deur drie tipes skape vir groei en wolproduksie vanaf geboorte tot 48-weke-ouderdom. M.Sc.-tesis, Universiteit van Stellenbosch.
- COETZEE, J., 1988. Chemiese metodes om die benutting van laegraadse ruvoer en sintetiese aminosure deur wolskape te verbeter. Ph.D.-proefskrif, Universiteit van Stellenbosch.
- COLEBROOK, W.F., FERGUSON, K.A., HEMSLEY, J.A., HOGAN, J.P., REIS, P.J. & WESTON, R.H., 1968. A comparison of protein concentrates for wool growth. **Proc. Soc. Anim. Prod.** 7, 397 – 401.

- COOMBE, J.B.**, 1992. Wool growth in sheep fed diets based on wheat straw and protein supplements. **Aust. J. Agric. Res.** 43, 285 - 299.
- CRONJÉ, P.B.**, 1987. Acetate clearance rate and the metabolism of glucose, acetate, and amino acids in lambs fed roughage diets. Ph.D. dissertation, University of New England, Armidale, Australia.
- CRONJÉ, P.B.**, 1990. Supplementary feeding in ruminants - A physiological approach. **S. Afr. J. Anim. Sci.** 20, 110.
- DOVE, H. & ROBARTS, G.E.**, 1974. Effects of abomasal infusion of metionine, casein, and starch plus metionine on the wool production of Merino wethers fed on luserne or wheaten chaff. **Aust. J. Agric. Res.** 25., 945 - 956.
- DAVIES, P.J.**, 1968. The effect of cereal and protein source on the energy intake and nitrogen balance of fattening lambs given all-concentrate diets. **Anim. Prod.** 10, 311 - 318.
- DE JAGER, U.**, 1981. Die benutting van formaldehydbehandelde sonneblomoliekoekmeel deur Merinohamels tydens verskillende frekwensies van voeding. M.Sc.-thesis, Universiteit van Stellenbosch.
- DE WET, P.J., SCHOEMAN, E.A. & BURGER, W.J.**, 1969. 'n Metode om dierlike proteïen te beskerm teen deaminering deur mikro-organismes in die rumen. **Handel S.-Afr. Ver. Diereprod.** 8, 201 – 205.
- DIXON, R.M., KARDA, W., HOSKING, B.J. & EGAN. A.R.**, 1989. Oilseed meals or fortified cereal grain supplements for young sheep fed roughage diets. In: Recent advances in animal nutrition. Ed. Farrell, D.J, University of New England, Armidale, N.S.W. pp. 15 -24.
- DOYLE, P.T. & BIRD, P.R.**, 1975. The influence of dietary supplements of DL-methionine on the growth rate of wool. **Aust. J. Agric. Res.** 26, 337 – 342.
- DOYLE, P.T., DOVE, H., FREER, M., HART, F.J., DIXON, R.M. & EGAN. A.R.**, 1988. Effects of a concentrate supplement on the intake and digestion of a low-quality forage by lambs. **J. Agric. Sci., Camb.** 111, 503 - 511

- DU PLESSIS, J.J.**, 1974. Die benutting van stikstof deur drie tipes skape vir groei en wolproduksie vanaf geboorte tot 48-weke-ouderdom. M.Sc.-tesis, Universiteit van Stellenbosch.
- ENGELS, E.A.N. & VAN DER MERWE, F.J.**, 1967. Application of an in vitro technique to South Africa forrages with special reference to the effect of certain factors on results. **S. Afr. J. Agric. Sci.** 10, 983.
- FAICHNEY, G.J.**, 1971. The effect of formaldehyde-treated casein on the growth of ruminant lambs. **Aust. J. Agric. Res.** 22, 453 – 460.
- GALLUP, W.D., POPE, L.S. & WHITEHAIR, C.K.**, 1952. Value of added methionine in low-protein and urea rations for lambs. **J. Anim. Sci.** 11, 572 – 577.
- GRIESEL, M.**, 1979. A protein utilisation strategy for South Africa. **S. Afr. J. Anim. Sci.** 9 (2), 119.
- GROBBELAAR, J., DE WET, P.J. & SCHOEMAN, E.A.**, 1973. Nitrogen Metabolism and wool growth rates on chopped and pelleted maintenance rations supplemented with formaldehyde treated proteins. **Agroanimalia** 5, 25 - 30.
- HOGAN, J.P., & WESTON, R.H.**, 1967. The digestion of two diets of differing protein content but with similar capacities to sustain wool growth. **Aust. J. Agric. Res.** 18, 973.
- JACOBS, G.A.**, 1972. Wolproduksie en liggaamsamestelling van Merinoskape tydens massaveranderinge. M.Sc.-tesis, Universiteit van Stellenbosch.
- KAY, M., PRESTON, T.R., MACLEOD, N.A. & PHILLIP, E.B.**, 1966. Nutrition of the early-weaned calf. IX. Nitrogen retention from different protein sources in calves fed *ad libitum*. **Anim. Prod.** 8, 43 - 45.
- KEMPTON, T.J., NOLAN, J.V. & LENG, R.A.**, 1977. Principles of the use of non-protein nitrogen and by-pass proteins in diets of ruminants. **World Anim. Rev.** 22, 2.
- KLAIN, G.J., HILL, D.C., BRANION, H.D. & GRAY, J.A.**, 1956. The value of rapeseed oil meal and sunflower seed oil meal in chick starter rations. **Poult. Sci.** 35, 1315.

- LANDMAN, C.M.M.**, 1981. Die benutting van stikstof deur jong Angorabokke en die invloed van beskermde aminosure op haar- en vleisproduksie. M.Sc.-tesis, Universiteit van Stellenbosch.
- LENG, R.A.**, 1990. Factors affecting the utilization of 'poor-quality' forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutr. Res. Rev.** 3, 277.
- LENG, R.A.**, 1991. Further observation on the efficiency of feed utilisation for growth in ruminants fed forage based diets. In: Recent advances in animal nutrition. Ed. Farrell, D.J, University of New England, Armidale, N.S.W. pp. 28.
- MORCOMBE, P.W. & FERGUSON, J.**, 1990. Lupin, pea, and wheat grain as supplements for young Merino sheep grazing wheat stubble. **Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.** 18, 304.
- NIMRICK, K., HATFIELD, E.E., KAMMINSKI, J. & OWENS, F.N.**, 1970. Qualitative assessment of supplemental amino acid needs for growing lambs fed urea as the sole nitrogen source. **J. Nutr.** 100, 1293.
- PERDOK, H.B., LENG, R.A., BIRD, S.H., HABID, G. & VAN HOUTERT, M.**, 1988. Improving Livestock Production from Straw-Based Diets. In: Increasing Small Ruminant Productivity in Semi-arid Areas. Eds. Thompson, E.F. & Thompson, F.S., ICARD, Netherlands. pp. 81.
- REIS, P.J.**, 1967. The growth and composition of wool. IV. The differential response of growth and of sulfur content of wool to the level of sulphur-containing amino acids given per abomasum. **Aust. J. Biol. Sci.** 20, 809 - 825.
- REIS, P.J.**, 1969. The growth and composition of wool. V. Stimulation of wool growth by the abomasal administration of varying amounts of casein. **Aust. J. Biol. Sci.** 22, 745 - 759.
- REIS, P.J., DOWNES, A.M., SHARRY, L.F., & TUNKS, D.A.**, 1978. Metabolic fate of [³⁵S] methionine and [³⁵S] cystine in sheep. **Proc. Nutr. Soc. Aust.** 3, 75
- REIS, P.J. & SCHINCKEL, P.G.**, 1963. Some effects of sulphur-containing amino acids on the growth and composition of wool. **Aust. J. Biol. Sci.** 16, 218 - 230.
- REIS, P.J. & TUNKS, D.A.**, 1969. Evaluation of formaldehyde-treated casein for wool growth and nitrogen retention. **Aust. J. Agric. Res.** 20, 775-781.

- REIS, P.J. & TUNKS, D.A.**, 1974. The influence of abomasal supplements of methionine on wool growth of wheat-fed sheep. **Austr. J. Agric. Res.** 25, 919 - 929.
- REIS, P.J., TUNKS, D.A. & DOWNES, A.M.**, 1973. The influence of abomasal and intravenous supplements of sulphur-containing amino acids on wool growth rate. **Aust. J. Biol. Sci.** 26, 249 – 258.
- ROWE, J.B. & FERGUSON, J.**, 1986. Lupin grain as a supplement to sheep grazing cereal stubble. **Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.** 16, 343.
- ROWE, J.B., TUDOR, G.D., DIXON, R.M. & EGAN, A.R.**, 1991. Cereal or legume grains as supplements for animals grazing stubble or dry pasture. In: Recent advances in animal nutrition. Ed. Farrell, D.J, University of New England, Armidale, N.S.W. pp. 72.
- SALES, J.**, 1991. Bepaling van die optimum formaldehydbehandelingspeil vir die behandeling van plantaardige proteïenbronne en die invloed daarvan op die produksie van volwasse Merinohamels. M.Sc.-thesis, Universiteit van Stellenbosch
- SAUNDERS, A.J.**, 1973. An evaluation of sunflower oil cake meal and fish meal as protein sources for chicken. M.Sc. thesis, University of Natal, Pietermaritzburg.
- SCHNEIDER, B.H., & FLATT, W.P.**, 1975. The evaluation of feeds through digestibility experiments. Eds, Schneider, B.H. & Flatt, W.P. University of Georgia Press, Athens.
- SCHOEMAN, E.A.**, 1969. The utilization of proteins for wool growth and their effect on some physical and chemical properties. Ph.D. dissertation, University of Stellenbosch
- SCHOEMAN, E.A., DE WET, P.J. & BURGER, W.J.**, 1973. Influence of heat and formaldehyde treated proteins on nitrogen metabolism and wool growth rate of adult sheep. **Agroanimalia** 5, 65 – 70.
- SEERLEY, R.W., BURDICK, D., RUSSOM, W.C., LOWREY, R.S., McCAMPBELL, H.C. & AMOS, H.E.**, 1974. Sunflower meal as a replacement for soybean meal in growing swine and rat diets. **J. Anim. Sci.** 38 (5), 947.

- SIBANDA, S., OSUJI, P.O. & NSAHLAI, I.V.**, 1993. The degradation of oilseed cakes and their effects on the intake and rumen degradability of maize stover given to Ethiopian Menz sheep. **Anim. Prod.** 57, 421 - 428.
- SMITH, G.A.**, 1980. Kwantifisering van die samestelling en proteïenkwaliteit van vismeel en sonneblomoliekoek met verwysing na spesifieke chemiese en biologiese kwaliteitsparameters. Ph.D.-proefskrif, Universiteit van Stellenbosch.
- SMITH, W.A.**, 1979. Die invloed van maleïelmethionien op liggaamsmassaverandering, N-retensie en wolgroei tempo by volwasse Merinohamels. M.Sc.-tesis, Universiteit van Stellenbosch.
- SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G.**, 1967. Statistical methods (6th edn.) The Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.
- STAPLES, L.D., MCPHEE, S.R., WILLIAMS, A.H. & JOHNSON, R.J.**, 1993. The application of new technology for the protection of amino acids to improve wool production and body growth in sheep. In: Recent advances in animal nutrition. Ed. Farrell, D.J, University of New England, Armidale, N.S.W. pp. 22 -33.
- STEPHENSON, R.G.A., SUTER, G.R. & HOWITT, C.J.**, 1991. Wool growth responses to DL-methionine administration and factors affecting the value of supplementation. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 31, 471 - 477.
- TILLEY, J.M.A. & TERRY, R.A.**, 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **J. Brit. Grassl. Soc.** 18, 104.
- VAN SOEST, P.J.**, 1963. Use of degergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method of determination of fibre and lignin. **J.A.O.A.C.** 46, 82.
- WHITELAW, F.G. & PRESTON, T.R.**, 1963. The nutrition of early-weaned calf. III. Protein solubility and amino acid composition as factors affecting protein utilisation. **Anim. Prod.** 5, 131 - 145.
- WRIGHT, P.L.**, 1971. Body weight gain and wool growth response to formaldehyde treated casein and sulphur amino acids. **J. Anim. Sci.** 33, 137.

Tabel 2.1 Die chemiese samestelling (DM-basis) van grondstowwe wat in studie gebruik is

Voedingstof-inhoud	Grondstowwe (DM-basis)			
	Strooi	Gars	SBOKM	FSBOKM
DM (%)	89.89	87.99	90.38	90.18
OM (%)	92.49	96.22	93.41	93.28
RP (%)	5.00	14.10	41.96	44.00
Vet (%)	2.53	4.05	2.19	1.17
Vesel (%)	38.04	6.68	20.95	21.71
As (%)	7.51	3.78	6.59	6.73
NVE (%)	46.92	71.38	28.33	26.40
NDF (%)	57.83	29.86	31.06	30.04
ADF (%)	37.00	6.97	24.44	21.70
S (%)	0.11	0.13	0.49	0.50
IVOMD (%)	46.75	80.44	62.33	56.43

Tabel 2.2 Die dieetsamestelling soos gevoer op 'n daaglikse basis

Grondstowwe	Behandelings (soos gevoer)		
	Ureum	SBOKM	FSBOKM
Strooi	<i>ad Lib.</i>	<i>ad Lib.</i>	<i>ad Lib.</i>
Gars	370 g	370 g	370 g
Ureum	12 g	-	-
SBOKM	-	87.5 g	-
FSBOKM	-	-	87.5g
Stysel	60 g	-	-
Ammoniumsulfaat	3.1 g	3.1 g	3.1 g
Voerfos P12	35 g	35 g	35 g
Swawel	0.28 g	0.28 g	0.28 g

Tabel 2.3 Gemiddelde waardes en gemiddelde standaardfout (SFG) van proteïen- en aminosuuraanvulling op droëmateriaalinname, liggaamsmassa, liggaamsmassaverandering, wolproduksie en veseldikte van Merinohamels wat 'n lae kwaliteit dieet ontvang

Meting	Proteïenaanvulling			Aminosuuraanvulling			Interaksie	SFG
	Ureum	SBOKM	FSBOKM	Geen	Metionien	MMM		
n	15	15	15	15	15	15		
Droëmateriaalinname (g/s/d)	847.77 ^b	949.13 ^a	935.05 ^a	958.54 ^a	901.01 ^{ab}	872.45 ^b	Geen	15.17
Liggaamsmassa (kg)	34.12	36.11	36.35	35.85	35.03	35.69	Geen	0.54
Liggaamsmassaverandering (g/s/d)	18.93 ^b	38.21 ^{ab}	43.93 ^a	25.00	43.93	32.14	Geen	0.13
Wolgroeitempo (mg/cm²/d)	0.8613	0.9412	1.0503	0.8405 ^b	0.8519 ^b	1.1603 ^a	Geen	0.046
Veseldikte (mikrons)	18.23 ^b	18.52 ^{ab}	19.63 ^a	18.13	18.86	19.39	Geen	0.243

Waardes met verskillende letters in dieselfde ry verskil betekenisvol ($P < 0.05$) van mekaar

SBOKM = sonneblomoliekoekmeel; FSBOKM = formaldehydbehandelde sonneblomoliekoekmeel; MMM = dimetielmaleïelmationien

Tabel 2.4 Gemiddelde waardes en gemiddelde standaardfout (SFG) van proteïen- en aminosuuraanvulling op bloedglukose- en bloedureumkonsentrasie van Merinohamels wat 'n lae kwaliteit dieet ontvang

Meting	Proteïenaanvulling			Aminosuuraanvulling			Interaksie	SFG
	Ureum	SBOKM	FSBOKM	Geen	Metionien	MMM		
n	15	15	15	15	15	15		
Glukosekonsentrasie (mg/dl)	69.06	67.32	72.30	69.41 ^b	61.43 ^c	77.83 ^a	Geen	2.31
Ureumkonsentrasie (mg/dl)	24.37 ^b	27.96 ^a	26.74 ^{ab}	23.37 ^b	23.60 ^b	32.10 ^a	Geen	0.93

Waardes met verskillende letters in dieselfde ry verskil betekenisvol ($P < 0.05$) van mekaar

SBOKM = sonneblomoliekoekmeel, FSBOKM = formaldehydbehandelde sonneblomoliekoekmeel, MMM = dimetielmaleïelmetionien

Tabel 2.5 Die gemiddelde begin- en eind-waardes en die gemiddelde standaardfout (SFG) van proteïen- en aminosuuraanvulling op die persentasie liggaamswater-, liggaamsproteïen-, liggaamsvet- en liggaamsasinhoud van Merinohamels wat 'n lae kwaliteit diëet ontvang

Meting	Proteïenaanvulling			Aminosuuraanvulling			Interaksie	SFG
	Ureum	SBOKM	FSBOKM	Geen	Metionien	MMM		
n	15	15	15	15	15	15		
Liggaamswaterinhoud (%)								
Begin	65.37	66.05	67.20	67.65 ^a	66.71 ^a	64.27 ^b	Geen	0.49
Einde	60.23	59.11	59.15	62.46 ^a	63.45 ^a	52.56 ^b	Geen	1.02
Liggaamsproteïeninhoud (%)								
Begin	14.90	15.00	15.18	15.25 ^a	15.10 ^a	14.73 ^b	Geen	0.08
Einde	14.12	13.95	13.96	14.46 ^a	14.61 ^a	12.96 ^b	Geen	0.13
Liggaamsvetinhoud (%)								
Begin	15.38	14.61	13.30	12.78 ^b	13.86 ^b	16.65 ^a	Geen	0.56
Einde	21.26	22.53	22.49	18.71 ^b	17.52 ^b	30.00 ^a	Geen	1.16
Liggaamsasinhoud (%)								
Begin	3.60	3.65	3.69	3.71 ^a	3.67 ^a	3.56 ^b	Geen	0.02
Einde	3.38	3.35	3.35	3.49 ^a	3.53 ^a	3.06 ^b	Geen	0.05

Waardes met verskillende letters in dieselfde ry verskil betekenisvol ($P < 0.05$) van mekaar

SBOKM = sonneblomoliekoekmeel, FSBOKM = formaldehydbehandelde sonneblomoliekoekmeel, MMM = dimetielmaleïelmetionien

Tabel 2.6 Die gemiddelde waardes en gemiddelde standaardfout (SFG) van proteïen- en aminosuuraanvulling op N-benutting (g/s/d) vir wol- en liggaamsproteïenproduksie van Merinohamels wat 'n lae kwaliteit dieet ontvang

Meting	Proteïenaanvulling			Aminosuuraanvulling			Interaksie	SFG
	Ureum	SBOKM	FSBOKM	Geen	Metionien	MMM		
n	15	15	15	15	15	15		
N-benutting vir wolproduksie (g N/s/d)	0.92	1.04	1.12	0.92 ^b	0.93 ^b	1.23 ^a	Geen	0.05
N-benutting vir liggaams-proteïenproduksie (g N/s/d)	-0.95	-1.27	-1.22	-1.02 ^b	0.02 ^b	-2.45 ^a	Geen	0.29

Waardes met verskillende letters in dieselfde ry verskil betekenisvol ($P < 0.05$) van mekaar

SBOKM = sonneblomoliekoekmeel, FSBOKM = formaldehydbehandelde sonneblomoliekoekmeel, MMM = dimetielmaleïelmetionien

Hoofstuk 3

Die effek van die aanvulling van metionien of beskermde metionien saam met 'n proteïenbron op stikstofbalans en skynbare verteerbaarheid van nutriënte van jong Merinoskape wat 'n lae kwaliteit ruvoer ontvang

3.1 Opsomming

Die invloed van proteïenaanvulling [ureum, sonneblomoliekoekmeel (SBOKM) en formaldehydbehandelde SBOKM (FSBOKM)] in kombinasie met metionienaanvulling [geen-metionien, metionien en dimetiëlmaleïelmationien (MMM)] as byvoeding tot 'n dieet van hawerstrooi, gars en mineraallek is by jong Merinohamels ondersoek. Daar was geen betekenisvolle effek van beide proteïen- of metionienaanvulling op die skynbare verteerbaarheid van droëmateriaal (DM), organiese materiaal (OM), ruvesel (RV) of stikstofvrye ekstrak (NVE) nie en ook geen interaksie tussen die verskillende aanvullings nie. Die skynbare verteerbaarheid van ruproteïen (RP) en vet is egter betekenisvol beïnvloed en daar het wel 'n interaksie voorgekom. Die skynbare verteerbaarheid van RP by die ureumbehandeling is verhoog ($P<0.05$) met metionienaanvulling teenoor geen-metionienaanvulling (67.28 vs. 71.23 %). By SBOKM (63.71 en 64.96 vs. 70.15 %) en FSBOKM-behandelings (66.39 en 66.26 vs. 70.89 %) is skynbare verteerbaarheid van RP verhoog ($P<0.05$) met MMM-aanvulling teenoor metionien- of geen-metionienaanvulling. By SBOKM- (61.01 en 65.65 vs. 48.33 %) en FSBOKM-behandelings (60.93 en 63.83 vs. 38.14 %) is skynbare verteerbaarheid van vet verlaag ($P<0.05$) met MMM-aanvulling teenoor metionien- of geen-metionienaanvulling. By SBOKM (61.01 en 65.65 vs. 48.33 %) en FSBOKM-behandelings (60.93 en 63.83 vs. 38.14 %), is skynbare stikstof (N)-balans verlaag ($P<0.05$) met MMM-aanvulling teenoor metionien- of geen-metionienaanvulling. Laasgenoemde kan toegeskryf word aan betekenisvolle hoër ($P<0.05$) N-uitskeiding in die urine met MMM-aanvulling saam met SBOKM en FSBOKM-aanvulling maar nie saam met ureumaanvulling nie.

3.2 Inleiding

Lae kwaliteit weiding wat laag in proteïen en verteerbare organiese materiaal is, kan slegs lae vlakke van produksie onderhou (Leng, 1991). Verder is die herkouer wat swak kwaliteit ruvoer ontvang, omtrent geheel en al afhanklik van die eindprodukte van fermentering om aan sy voedingsbehoefte te voldoen (Leng, 1991). Pogings om die voedingswaarde van strooi te verhoog, kan volgens Perdok, Leng, Bird, Habid & Van Houtert (1988) in twee breë kategorieë ingedeel word. Die eerste metode is waar die verteerbaarheid van strooi verhoog word en die tweede is waar die voedingstofbalans reggestel word deur aanvullings, sodat die voedingstowwe wat geabsorbeer word, voldoen aan die voedingstofbehoefte van 'n produserende dier.

Met abomasale indrupping van swawelbevattende aminosure is merkbare verhogings in wolproduksie by skape verkry (Reis, 1967; Langlands, 1970 en Robards, 1971). Die effek op liggaamsmassatoename en N-retensie was kleiner en nie konstant nie (Reis, 1967 en Robards, 1971). Die aanvulling van DL-metionien is ondoeltreffend weens deaminering in die retikulo-rumen (Reis & Shinckel, 1963; Colebrook Ferguson, Hemsley, Hogan, Reis & Weston, 1968; Wright, 1971; Bird & Moir, 1972; Reis, Downes, Sharry & Tunks, 1978), maar met beskerming van aminosure teen ruminale afbraak het verskeie navorsers verbetering in wolgroeitempo verkry (Reis & Shinckel, 1963; Reis, 1967; Reis, Tunks & Downes, 1973). Met die wolproduksiestudie in Hoofstuk 2, is ook 'n verhoging in wolgroeitempo verkry. Hierdie verhoging is moontlik as gevolg van 'n regstelling van voedingswanbalanse.

By sommige studies het die aanvulling van beskermde metionien 'n verhoging in N-balans en plasmametionien tot gevolg gehad (Wright & Loerch, 1988; Lynch, Jackson, Elsasser, Rumsey & Camp, 1991), terwyl geen verhoging by die studie van Deswysen, Bruyer, Naveau, Mol & Ellis (1991) verkry is nie.

Die effek wat aanvulling op die verteerbaarheid van verskillende voedingstowwe van die dieet het, kan die doeltreffendheid van voerbenutting volgens Leng (1991) beïnvloed en dus ook 'n effek op N-balans hê.

3.3 Hipotese

Die aanvulling van beskermde aminosure (FSBOKM en sintetiese metionien) verhoog die skynbare verteerbaarheid van voedingstowwe en skynbare N-balans, by jong groeiende Merinohamellammers wat 'n swak kwaliteit ruvoer (strooi) met garsaanvulling kry.

3.4 Materiaal en metodes

3.4.1 Proefdiere

Sewe en twintig Merinohamellammers is in die *in vivo* verteerbaarheid en N-balansstudie gebruik. Die hamellammers wat in die wolproduksieproef in Hoofstuk 2 gebruik is, is ook vir hierdie studie gebruik. Aan die einde van die wolproduksieperiode is drie skape per groep met missakke en urinetregters toegerus en hulle is vir 'n dag toegelaat om daaraan gewoond te raak voordat versameling van mis en uriene 'n aanvang geneem het. Aanpassing was nie nodig nie omdat die nege groepe dieselfde rantsoen ontvang het as wat in wolproduksieproef gebruik is. Die mis en uriene is oor 'n sewe dae periode opgevang en daaglik is 'n tiende daarvan gemonster waarna die monsters aan die einde van proefperiode verpoel is.

Die voer- en mismonsters is vir droëmateriaal (DM), organiese materiaal (OM), ruproteïen (RP), vet, ruvesel en as ontleed (AOAC, 1990). Die urinemonsters is vir N-inhoud ontleed. Die skynbare verteerbaarheidskoëffisiënt vir DM, OM, RP, vet, ruvesel en NVE is bereken. Die skynbare N-retensie is ook bepaal.

3.4.2 Proefontwerp

Die proef is volgens 'n 3 x 3 faktoriaal uitgevoer. Die drie hoofbehandelings was ureum-, SBOKM- en FSBOKM-aanvulling. Elke van die hoofbehandelings is met geen-metionien, metionien en MMM aangevul. Die rantsoene vir die hoofbehandeling is op iso-N en -energie basis saamgestel.

3.4.3 Statistiese ontleding

Resultate van 'n faktoriale ontwerp is analiseer deur multifaktoriale analise van variansie (Snedecor & Cochran, 1967). Betekenisvolle verskille tussen gemiddeldes is bepaal deur gebruik te maak van die kleinste betekenisvolle verskil by 'n bepaalde f-waarde. Betekenisvolheid is verklaar by $P \leq 0.05$.

3.5 Resultate en bespreking

3.5.1 Die skynbare verteerbaarheid

Die onderskeie verteerbaarheidsparameters word in Tabel 3.1 aangedui. Proteïen- en metionienaanvulling het geen betekenisvolle ($P < 0.05$) effek sowel as interaksie tussen die hoofeffekte op die skynbare verteerbaarheid van DM, OM, ruvesel en NVE gehad nie. Daar was wel 'n betekenisvolle interaksie tussen proteïen- en metionienaanvulling op die skynbare verteerbaarheid van RP en vet.

Coombe (1985) het gevind dat formaldehydbehandeling van proteïenbronne oor die algemeen die skynbare OM-verteerbaarheid verlaag. In die huidige studie, sowel as dié van De Jager (1981), is geen effek ($P < 0.05$) op die verteringskoëffisiënt van OM met formaldehydbehandeling van SBOKM verkry nie. In die huidige studie asook in dié van De Jager (1981) en Sales (1991), is geen effek ($P > 0.05$) op persentasie verteerbaarheid

van totale dieet OM met die formaldehiedbahandeling van SBOKM (SBOKM - 55.63 %, FSBOKM - 56.52 %) verkry nie.

Die persentasie verteerbaarheid van OM vir geen-metionien-, metionien- en MMM-behandelings was onderskeidelik 55.42 %, 57.63 % en 54.83 %. Coetzee (1988) het egter met ruminale indrupping van metionien 'n verhoging in persentasie verteerbaarheid van OM verkry. Selfs met aanvulling van metionien-hidroksie analoog (MHA) het Deswysen *et al.* (1991) 'n betekenisvolle ($P < 0.02$) verhoging in persentasie verteerbaarheid van OM verkry.

Daar was geen verskil ($P > 0.05$) in skynbare verteerbaarheid van RP (Figuur 3.1) tussen SBOKM- of FSBOKM-diëte nie. Die insluiting van MMM het die skynbare verteerbaarheid van RP by ureumdieet verlaag ($P < 0.05$) en by SBOKM- en FSBOKM-diëte verhoog ($P < 0.05$). Die insluiting van metionien het skynbare verteerbaarheid van RP by ureumdieet verhoog ($P < 0.05$) maar geen effek ($P > 0.05$) is op SBOKM- en FSBOKM-diëte verkry nie. Deswysen *et al.* (1991) het met 'n MHA-aanvulling ook 'n verhoging in die persentasie verteerbaarheid van RP ($P < 0.02$) gevind.

Daar was geen verskil ($P > 0.05$) in skynbare verteerbaarheid van vet (Figuur 3.2) tussen die SBOKM- en FSBOKM-diëte nie. Die insluiting van MMM het die skynbare verteerbaarheid van vet by SBOKM- en FSBOKM-diëte verlaag ($P < 0.05$) met geen effek ($P > 0.05$) by ureumdieet nie. Die skynbare verteerbaarheid van vet met geen-metionienaanvulling was betekenisvol ($P < 0.05$) laer by die ureumdieet teenoor SBOKM- en FSBOKM-diëte. By die ureumdieet het die skynbare verteerbaarheid van vet nie verskil ($P > 0.05$) tussen die onderskeie metionienaanvullings nie.

In teenstelling met die huidige studie het Doyle & Bird (1975) 'n liniêre toename ($P < 0.05$) in skynbare verteerbaarheid van DM gevind wanneer die metionienkonsentrasie in die dieet verhoog word.

Coetzee (1988) het 'n nie-betekenisvolle ($P>0.05$) verlaging in skynbare verteerbaarheid van RP met ruminale indrupping van metionien verkry teenoor kontrole wat teenoorgestel was met die huidige studie waar die skynbare verteerbaarheid van RP betekenisvol toeneem het met insluiting van metionien by die ureumdiet. Met ruminale indrupping van MMM het Coetzee (1988) ook die teenoorgestelde effek as in die huidige studie verkry.

Die rede vir die afname in die skynbare verteerbaarheid van RP by die ureumdiet deur insluiting van MMM, is onduidelik. Dit is ook onduidelik waarom die skynbare verteerbaarheid van RP met insluiting van MMM by die SBOKM- en FSBOKM-diëte toeneem het. Die skynbare verteerbaarheid van RP by die ureumdiet is die hoogste wanneer onbehandelde metionien aangevul word. Metionienaanvulling het moontlik 'n gunstige effek op die doeltreffendheid van mikrobiële werking gehad.

Die insluiting van metionien het geen effek ($P>0.05$) op skynbare verteerbaarheid van ruwesels nie. Dit is in teenstelling met Coetzee (1988) wat 'n neiging waargeneem het dat metionienaanvulling 'n positiewe effek op veselvertering het. Bull & Vandersall (1973) het ook 'n verhoging in veselvertering verkry met DL-metionienaanvulling. Argyle & Baldwin (1989) het ook gevind dat rumenmikroörganismes (RMO) se groei grootliks gestimuleer word deur insluiting van aminosure en peptides in die rumen. Salter, Daneshaver & Smith (1979) het tot die gevolgtrekking gekom dat 'n tekort aan metionien 'n beperking plaas op wolgroei en fermentering deur rumen mikroörganismes. Clark & Petersen (1988) het 'n toename in die tempo van *in situ*-vertering verkry met die aanvulling van metionien by 'n lae kwaliteit ruvoer. McCracken, Judkins, Krysl, Holcombe & Park (1993) het egter geen voordeel op verteerbaarheid met metionienaanvulling verkry nie. Judkins, Krysl, Barton, Holcombe, Gunter & Broesder (1991) en Barton, Krysl, Judkins, Holcombe, Broesder, Gunter & Beam (1992) toon dat die tyd van aanvulling 'n groot invloed het en dat dit gepaard gaan met die sinkronisering van beskikbare energie.

3.5.2 Stikstofbalans

Die skynbare stikstofretensie (Figuur 3.5) by SBOKM- en FSBOKM-aanvullings is verlaag ($P < 0.05$) met insluiting van MMM terwyl hierdie tendens nie by ureumaanvulling waargeneem is nie. Hierdie effek is waarskynlik die gevolg van die verhoogde ($P < 0.05$) N-uitskeiding (Figuur 3.4) in die urine met MMM-aanvulling by SBOKM- en FSBOKM-behandelings. By alle drie aminosuurbehandelingen was die N-retensie by SBOKM-behandeling laer ($P < 0.05$) as by die ureumbehandeling. Die verskil was weereens as gevolg van verskille in die N-uitskeiding in urine maar is slegs betekenisvol ($P < 0.05$) by MMM-aanvulling.

Bonifacino (1979), Smith (1979), Landman (1981) en Coetzee (1988) het met aanvulling van metionien en maleïelmationien (MM) geen effek op gemete parameters van stikstofbenutting verkry nie. De Wet (1975 - ongepubliseerde data, aangehaal deur Coetzee, 1988) het egter 'n 5 % verhoging in N-retensie getoon met MM-indrupping in die rumen van skape teenoor metionienindrupping. Met abomasale indrupping by lammers op 'n dieet waar ureum die enigste N-bron was, is geen verhoging in N-retensie verkry nie (Schelling & Hatfield, 1968 en Dove & Robards, 1974). Dit is volgens die outeurs 'n aanduiding dat metionien nie die eerste beperkende aminosuur vir N-retensie is nie. Ander aminosure soos lisien (Schelling & Hatfield, 1968 en Nimrick, Hatfield, Kaminski & Owens, 1970a & b) en treonien (Nimrick, *et al.*, 1970a & b) mag moontlik die beperking vir verhoogde N-retensie wees soos deur abomasale indrupping getoon is. Met geen verhoging in N-retensie met MMM-aanvulling tot SBOKM- en FSBOKM-diëte, is lisien en treonien moontlik die beperkende aminosure. Deur 'n voldoende hoeveelheid aminosure aan te vul kan volgens Robards (1971) 'n verhoogde effek met indrupping van swawelbevattende aminosure verkry word. Daaruit kan afgelei word dat met MMM-aanvulling tot FSBOKM verhoogde N-retensie verkry kan word. Hierdie tendens is nie in die huidige studie waargeneem nie. Met die aanvulling van SBOKM en FSBOKM is daar moontlik ander aminosure soos lisien, wat moontlik 'n beperking plaas op die verhoging van N-retensie. Dove en Robards (1974) het daarop gewys dat die effek

op N-retensie met metionienaanvulling in die abomasum laer is as die basale dieet van 'n lae gehalte is (hawerstrooi) teenoor 'n hoë gehalte hooi (lusernhooi). Schelling, Chandler & Scott (1973) het aangetoon dat N-retensie onderdruk word wanneer oormatige metionien in die dieet ingesluit word. Die ooraanbod van metionien in die abomasum teenoor ander voedingstowwe mag dus moontlik die rede wees dat 'n verlaging in N-retensie met MMM-aanvulling tot die SBOKM- en FSBOKM-diëte verkry is, maar nie met die ureumdieet nie. Die persentasie van die ingenome stikstof wat in urine uitgeskei word met MMM-aanvulling is ook baie hoog nl 70.70 en 56.31 % vir die SBOKM en FSBOKM-dieet, onderskeidelik. Met geen-metionienaanvulling by die onderskeie diëte is die N as persentasie in urine uitgeskei 35.59 en 35.50%. Met die ureumdieet word dieselfde tendens as by Coetzee (1988) waargeneem dat persentasie N-uitskeiding in urine verlaag met MMM- teenoor metionienaanvulling. Volgens Coetzee (1988) dui die hoë uitskeiding van urinestikstof met MMM-aanvulling by SBOKM en FSBOKM op ondoeltreffende benutting daarvan.

3.6 Gevolgtrekking

Die benutting van die ingenome stikstof word verlaag wanneer skape in 'n negatiewe energiebalans is en 'n oormaat aminosure ingeneem word. Die proefdata het getoon dat in bogenoemde geval beter resultate in terme van N-benutting verkry word wanneer 'n NPN-bron aangevul word teenoor 'n duur natuurlike proteïen. Hierdie resultate is ten spyte van 'n laer skynbare verteerbaarheid van RP met MMM-aanvulling by die ureumdieet. Verskeie navorsers het getoon dat die verskaffing van metionien in die abomasum saam met 'n NPN-gebaseerde dieet die N-retensie kan verhoog, alhoewel met huidige studie dit nie die geval was nie. Hierdie resultate is verkry ten spyte van laer skynbare verteerbaarheid van RP met MMM-aanvulling by die ureumdieet. Daar was egter 'n ondoeltreffende benutting van stikstof soos getoon is met die verhoogde stikstofuitskeiding. Met verhoogde energie-inname is dit moontlik dat beter benutting verkry sal word met MMM-aanvulling.

Coetzee (1988) het tot die gevolgtrekking gekom dat met abomasale indrupping saam met 'n NPN-gebaseerde dieet, lisien die beperkende essensiële aminosuur is vir N-retensie en nie metionien nie. Maar verder, wanneer metionien saam met lisien abomasaal toegedien word, is 'n hoër N-retensie verkry. Met formaldehydbehandeling van SBOKM mag die beskikbaarheid van lisien verder benadeel word. Amos, Burdick & Seerley (1975) het 'n lisientekort by formaldehydbehandelde SBOKM geïdentifiseer en dit is as rede deur Coetzee (1988) gegee vir geen verbetering in N-balans by lammers nie. Daarom is dit moontlik dat lisien die beperkende essensiële aminosuur is op die SBOKM- en FSBOKM-diëte. Die beskikbaarheid van lisien by FSBOKM mag moontlik verlaag wees as gevolg van lisienbeskadiging. Die N-retensie met die insluiting van MMM was hoër by die FSBOKM-dieet as SBOKM-dieet. Dit is dus moontlik dat voldoende lisien biobeskikbaar was in die laer SVK by FSBOKM-dieet. Uit die produksieproefdata (Hoofstuk 2) was daar geen effek ($P>0.05$) op liggaamsmassaverandering met MMM-aanvulling by al drie proteïendiëte nie. Wolproduksie, bloedplasmaglukose-, bloedserumureumkonsentrasie en liggaamsvetinhoud is verhoog ($P<0.05$), terwyl liggaamsproteïeninhoud verlaag ($P<0.05$) is. Die N-benuttingparameters toon dat die N neergelê in wol verhoog ($P<0.05$) is terwyl N in liggaamsproteïen neergelê verlaag ($P<0.05$) is. Hierdie data bevestig dat met MMM-aanvulling tot 'n dieet wat laag degradeerbaar is, liggaamsproteïenneerlegging benadeel en vetneerlegging bevorder word. Die verhoging in die bloedglukose is moontlik aminosure wat in die niere gedeamineer word waaruit glukose vrygestel word en dus ook tot die verhoging in bloedureum tot gevolg het (Ørskov & Ryle, 1990). Daarom die hoë N-uitskeiding in die urine en gevolglike lae N-retensie.

Indien stoppellande min groen opslag en vermorsde graan bevat is daar 'n groot moontlikheid dat skape in 'n negatiewe energiebalans is. Onder hierdie omstandighede waar skape in 'n negatiewe energiebalans is, is dit meer koste-effektief om ureum aan te vul as proteïenbronne soos SBOKM en FSBOKM.

3.7 Verwysings

- AMOS, H.E., BURDICK, D. & SEERLEY, R.W., 1975. Effects of processing temperature and L-lysine supplementation on utilization of sunflower meal by the growing rat. **J. Anim. Sci.** 40, 90.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis, 14th edition Ed. Williams, S. Virginia, U.S.A.
- ARGYLE, J.L. & BALDWIN, R.L., 1989. Effects of amino acids and peptides on rumen microbial growth yields. **J. Dairy Sci.** 72, 2017.
- BARTON, R.K., KRYSL, L.J., JUDKINS, M.B., HOLCOMBE, D.W., BROESDER, J.T., GUNTER, S.A. & BEAM, S.W., 1992. Time of daily supplementation for steers grazing dormant intermediate wheatgrass pastures. **J. Anim. Sci.** 70, 547.
- BIRD, P.R. & MOIR, R.J., 1972. Sulphur metabolism and excretion studies in ruminants. VIII Methionine degradation and utilization in sheep when infused into the rumen or abomasum. **Aust. J. Biol. Sci.** 25, 835 – 848.
- BONIFACINO, L.A., 1979. The influence of Maleyl-lysine and maleyl-methionine on body growth, body composition and wool growth of Merino lambs. M.Sc. thesis, University of Stellenbosch.
- BULL, L.S., & VANDERSALL, J.H., 1973. Sulphur sources for *in vitro* cellulose digestion and *in vivo* ration utilization, nitrogen metabolism and sulfur balance. **J. Dairy Sci.** 56, 106.
- CLARK, C.K. & PETERSEN, M.K., 1988. Influence of DL-Methionine supplementation on growth, ruminal fermentation and dilution rates in heifers. **J. Anim. Sci.** 66, 743 - 749.
- COETZEE, J., 1988. Chemiese metodes om die benutting van laegraadse ruvoer en sintetiese aminosure deur wolskape te verbeter. Ph.D.-proefskrif, Universiteit van Stellenbosch.
- COLEBROOK, W.F., FERGUSON, K.A., HEMSLEY, J.A., HOGAN, J.P., REIS, P.J. & WESTON, R.H., 1968. A comparison of protein concentrates for wool growth. **Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.** 7, 397 – 401.

- COOMBE, J.B., 1985. Rape and sunflower seed meals as supplements for sheep fed on oat straw. **Aust. J. Agric. Res.** 36. 717 - 728.
- DE JAGER, U., 1981. Die benutting van formaldehydbehandelde sonneblomoliekoekmeel deur Merinohamels tydens verskillende frekwensies van voeding. M.Sc.-tesis, Universiteit van Stellenbosch.
- DESWYSEN, A.G., BRUYER, D.C., NAVEAU, C., MOL, J. de. & ELLIS, W.C., 1991. Effects of methionine hydroxy analog on voluntary intake, digestibility, nitrogen balance, and chewing behavior in sheep fed grass silage. **J. Anim. Sci.** 69, 3798 - 3806.
- DOVE, H. & ROBARDS, G.E., 1974. Effects of abomasal infusion of metionine, casein, and starch plus metionine on the wool production of Merino wethers fed on lucerne or wheaten chaff. **Aust. J. Agric. Res.** 25., 945 - 956.
- DOYLE, P.T. & BIRD, P.R., 1975. The influence of dietary supplements of DL-methionine on the growth rate of wool. **Aust. J. Agric. Res.** 26, 337 – 342.
- JUDKINS, M.B., KRYSL, L.J., BARTON, R.K., HOLCOMBE, D.W., GUNTER, S.A. & BROESDER, J.T., 1991. Effects of cottonseed meal supplementation time on ruminal fermentation and forage intake by holstein steers fed fescue hay. **J. Anim. Sci.** 69, 3789.
- LANDMAN, C.M.M., 1981. Die benutting van stikstof deur jong Angorabokke en die invloed van beskermde aminosure op haar- en vleisproduksie. M.Sc.-tesis, Universiteit van Stellenbosch.
- LANGLANDS, J.P., 1970. Efficiency of wool production of sheep. 3. The use of Sulphur-containing amino acids to stimulate wool growth. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 10, 665.
- LENG, R.A., 1991. Further observation on the efficiency of feed utilisation for growth in ruminants fed forage based diets. In: Recent advances in animal nutrition. Ed. Farrell, D.J., University of New England, Armidale, N.S.W. pp. 28.
- LYNCH, G.P., JACKSON, Jr, C., ELSASSER, T.H., RUMSEY, T.S. & CAMP, M.J., 1991. Nitrogen metabolism of lactating ewes fed rumen-protected methionine and lysine. **J. Dairy. Sci.** 74, 2268 - 2276.

- McCRACKEN, B.A., JUDKINS, M.B., KRYSL, L.J., HOLCOMBE, D.W. & PARK, K.K., 1993.** 1993. Supplemental methionine and time of supplementation effects on ruminal fermentation, digesta kinetics and in situ dry matter and neutral detergent fiber disappearance in cattle. **J. Anim. Sci.** 71, 1932 - 1939.
- NIMRICK, K., HATFIELD, E.E., KAMMINSKI, J. & OWENS, F.N., 1970a** Qualitative assessment of supplemental amino acid needs for growing lambs fed urea as the sole nitrogen source. **J. Nutr.** 100, 1293.
- NIMRICK, K., HATFIELD, E.E., KAMMINSKI, J. & OWENS, F.N., 1970b** Qualitative assessment of supplemental amino acid needs for growing lambs fed urea as the sole nitrogen source. **J. Nutr.** 100, 1301.
- ØRSKOV, E.R. & RYLE, M., 1990.** Energy nutrition in ruminants. Elsevier Science Publishers Ltd., Barking, Essex, England.
- PERDOK, H.B., LENG, R.A., BIRD, S.H., HABID, G. & VAN HOUTERT, M., 1988.** Improving Livestock Production from Straw-Based Diets. In: Increasing Small Ruminant Productivity in Semi-arid Areas. Eds. Thompson, E.F. & Thompson, F.S., ICARD, Netherlands. pp. 81.
- REIS, P.J., 1967.** The growth and composition of wool. IV. The differential response of growth and of sulphur content of wool to the level of sulphur-containing amino acids given per abomasum. **Aust. J. Biol. Sci.** 20, 809 - 825.
- REIS, P.J., DOWNES, A.M., SHARRY, L.F., & TUNKS, D.A., 1978.** Metabolic fate of [³⁵S] methionine and [³⁵S] cystine in sheep. **Proc. Nutr. Soc. Aust.** 3, 75
- REIS, P.J. & SCHINCKEL, P.G., 1963.** Some effects of sulphur-containing amino acids on the growth and composition of wool. **Aust. J. Biol. Sci.** 16, 218 – 230.
- REIS, P.J., TUNKS, D.A. & DOWNES, A.M., 1973.** The influence of abomasal and intravenous supplements of sulphur-containing amino acids on wool growth rate. **Aust. J. Biol. Sci.** 26, 249 – 258.
- ROBARDS, G.E., 1971.** The wool growth of merino sheep receiving an exponential pattern of methionine infusion to the abomasum. **Aust. J. Agric. Res.** 22, 261 - 270.

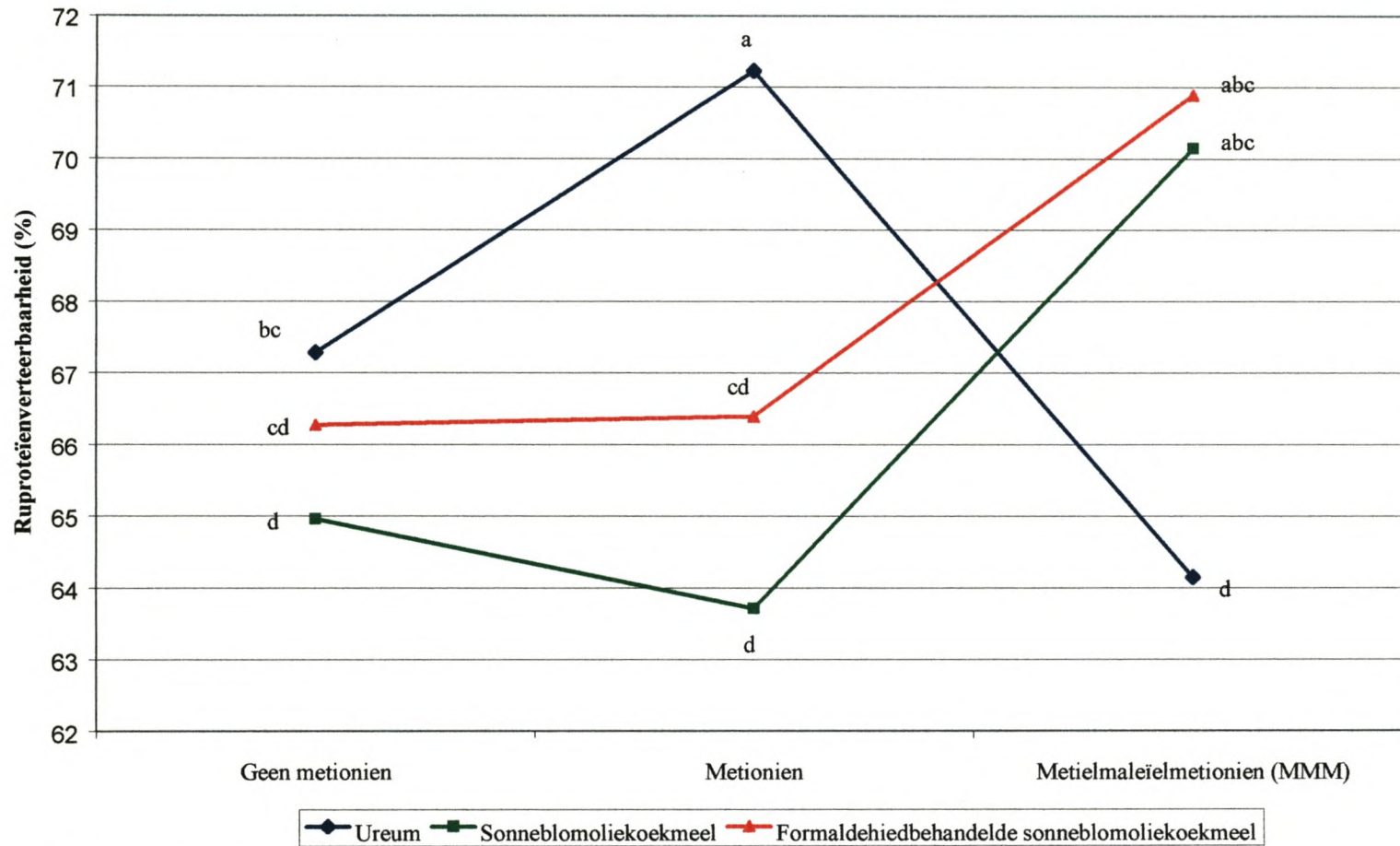
- SALTER, D.N., DANESHAVER, L. & SMITH, R.H., 1979.** The origin of nitrogen incorporated into compounds in the rumen bacteria of steers given protein and urea containing diets. **Br. J. Nutr.** 41, 197 - 209.
- SCHELLING, G.T., CHANDLER, J.E. & SCOTT, G.C. 1973.** Post-ruminal supplemental methionine infusion to sheep fed high quality diets. **J. Anim. Sci.** 37 (4), 1034 - 1039.
- SCHELLING, G.T. & HATFIELD, E.E., 1968.** Effect of abomasally infused nitrogen sources on nitrogen retention of growing lambs. **J. Nutr.** 96, 319 - 326.
- SMITH, W.A., 1979.** Die invloed van maleïelmethionien op liggaamsmassaverandering, N-retensie en wolgroei tempo by volwasse Merinohamels. M.Sc.-tesis, Universiteit van Stellenbosch.
- SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G., 1967.** Statistical methods (6th edn.) The Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.
- WRIGHT, P.L., 1971.** Body weight gain and wool growth response to formaldehyde treated casein and sulphur amino acids. **J. Anim. Sci.** 33, 137.
- WRIGHT, M.D. & LOERCH, S.C., 1988.** Effects of rumen-protected amino acids on ruminant nitrogen balance, plasma amino acid concentrations and performance. **J. Anim. Sci.** 66, 2014 - 2027.

Tabel 3.1 Die invloed van proteïen- en metionienaanvulling op die koëffisiënte van skynbare verteerbaarheid van voedingstowwe en N-balans by skape wat 'n lae kwaliteit dieet ontvang het

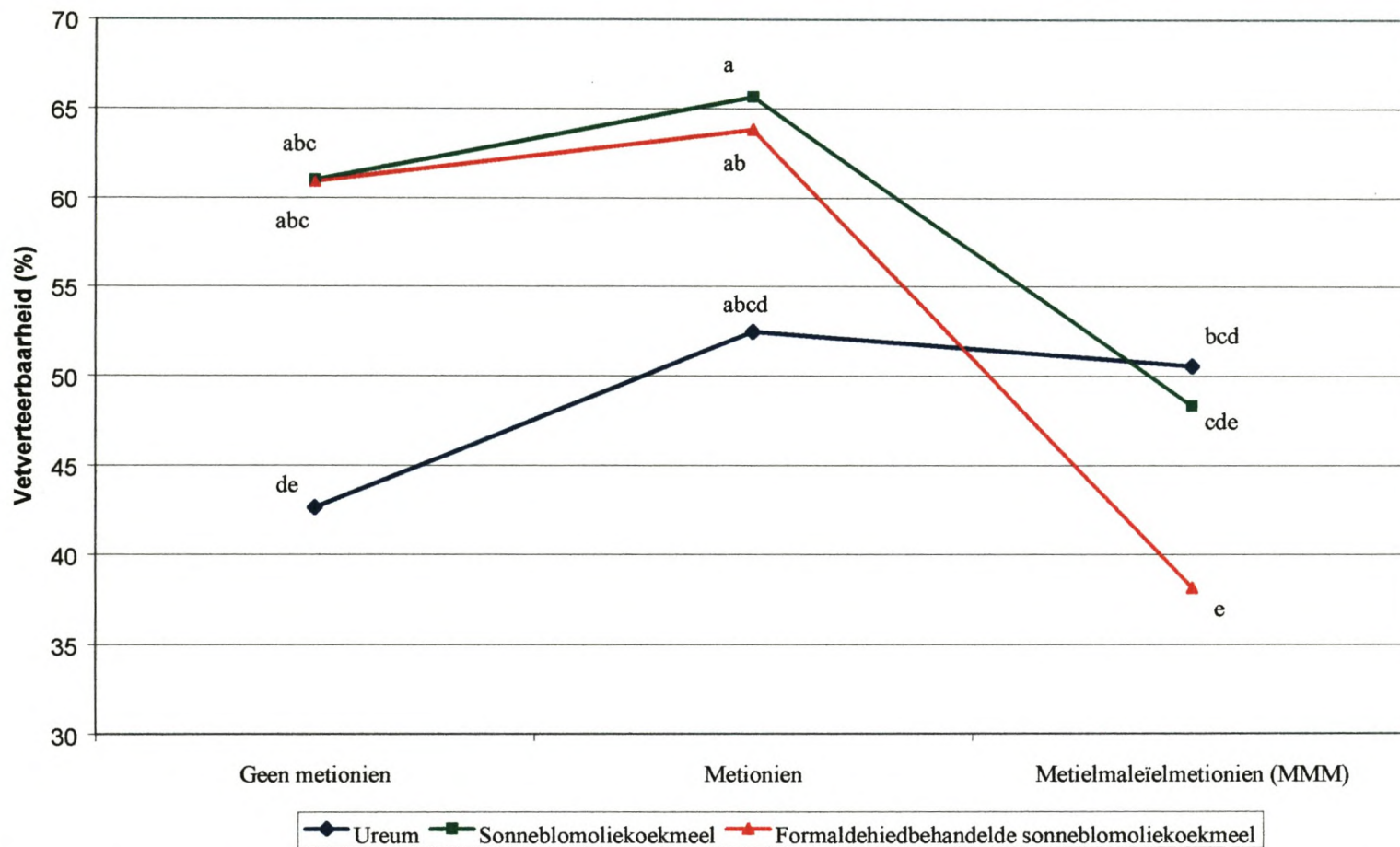
	Ureum			SBOKM			FSBOKM			SFG	Betekenisvolle Interaksie
	Geen	Met.	MMM	Geen	Met.	MMM	Geen	Met.	MMM		
N	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
Koëffisiënte van skynbare verteerbaarheid:											
Droë materiaal	55.88	61.99	58.04	58.50	58.65	58.51	60.69	60.62	57.29	0.65	NBV
Organiese materiaal	56.86	63.48	58.54	59.56	59.60	59.84	61.80	61.75	58.29	0.65	NBV
Ruproteïen	67.28 ^{bcd}	71.23 ^a	64.15 ^d	64.96 ^d	63.71 ^d	70.15 ^{abc}	66.27 ^{cd}	66.39 ^{cd}	70.89 ^{ab}	0.65	0.0007
Ruvel	45.63	48.80	46.67	47.49	50.01	46.21	48.02	48.40	46.92	1.18	NBV
Vet	42.66 ^{de}	52.47 ^{bcd}	50.55 ^{bcd}	61.01 ^{abc}	65.65 ^a	48.33 ^{cde}	60.93 ^{abc}	63.83 ^{ab}	38.14 ^e	2.18	0.0324
NVE	61.09	67.15	63.87	62.89	62.01	63.17	65.61	65.62	60.65	0.73	NBV
N-balans											
N-inname (g/dag)	19.09 ^{ab}	18.00 ^b	17.68 ^b	18.43 ^b	18.56 ^b	18.67 ^{ab}	18.20 ^b	18.31 ^b	20.30 ^a	0.20	0.0456
N-uitskeiding (g/dag)											
Urine-N	5.42 ^d	6.19 ^{cd}	5.29 ^d	6.56 ^{cd}	7.20 ^c	13.20 ^a	6.46 ^{cd}	6.14 ^{cd}	11.43 ^b	0.54	0.0001
Mis-N	6.25	5.19	6.34	6.46	6.73	5.62	6.13	6.15	5.94	0.13	NBV
Skynbare N-retensie (g/dag)	7.42 ^a	6.61 ^{ab}	6.05 ^{abc}	5.41 ^{bc}	4.62 ^{cd}	-0.15 ^e	5.60 ^{abc}	6.02 ^{abc}	2.93 ^d	0.46	0.0261

Waardes met verskillende letters in dieselfde ry verskil betekenisvol ($P < 0.05$) van mekaar

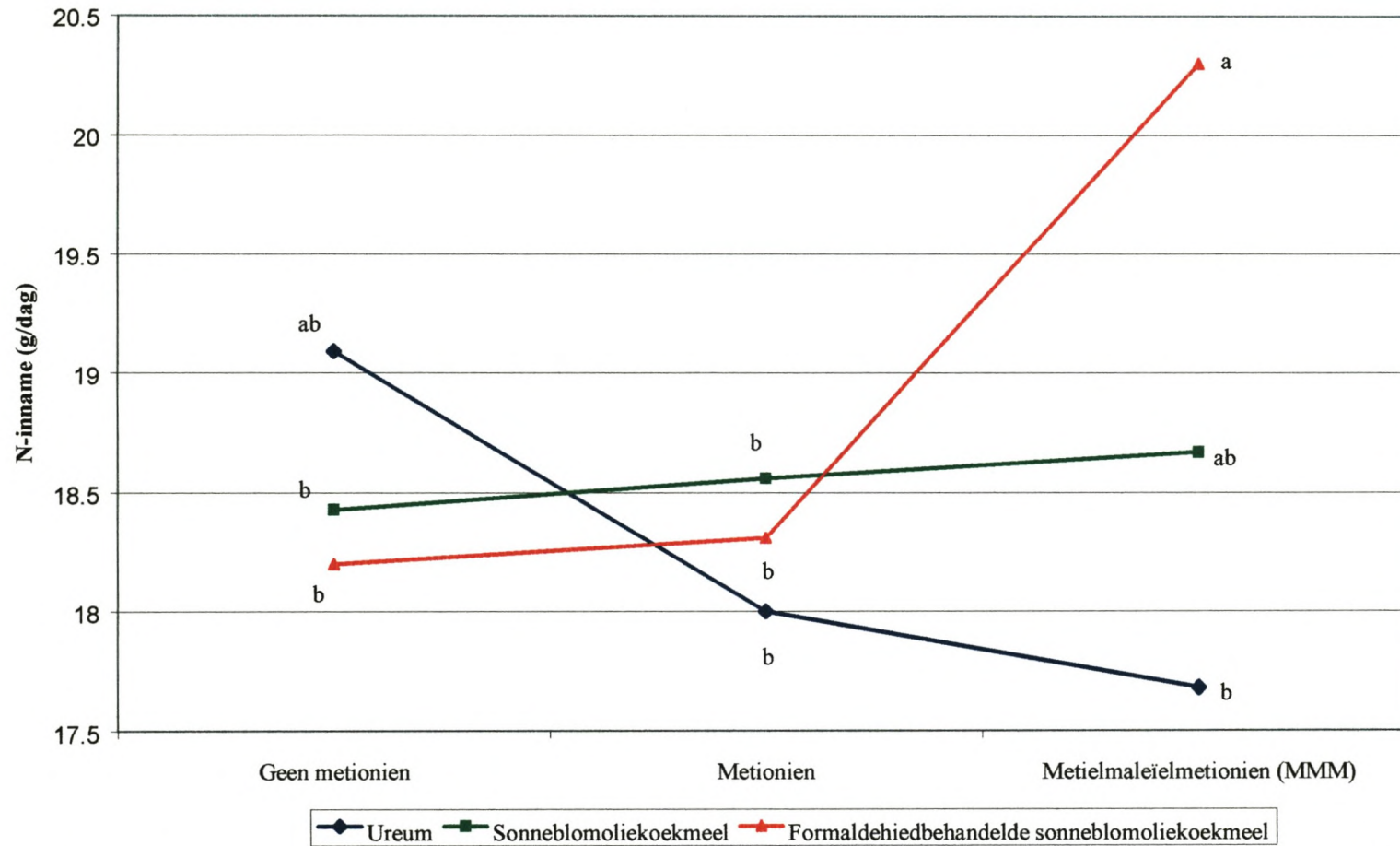
SBOKM = sonneblomoliekoekmeel, FSBOKM = formaldehydbehandelde sonneblomoliekoekmeel, MMM = dimetielmaleïelmationien, NVE = stikstofvrye ekstrak, SFG = gemiddelde standaardfout



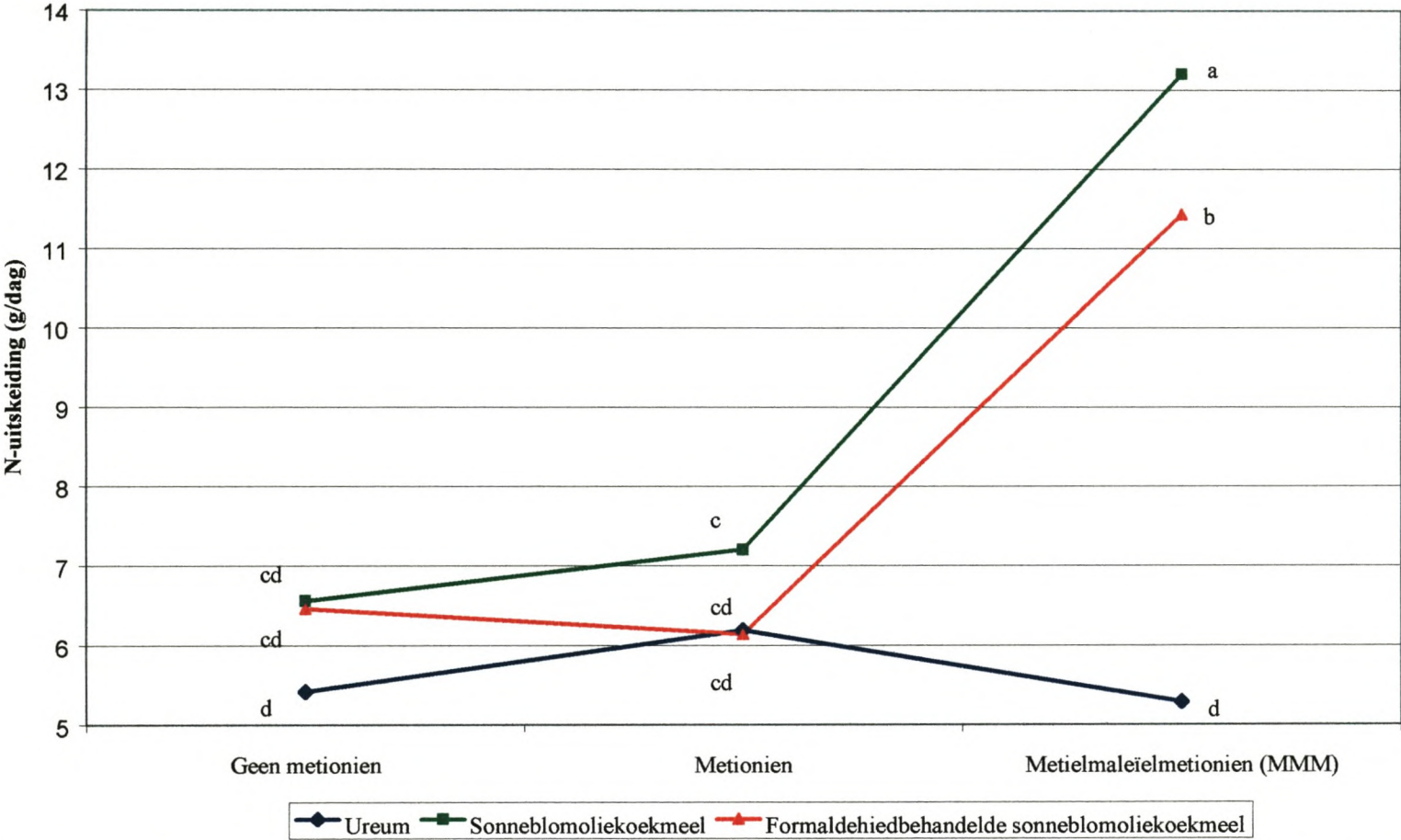
Figuur 3.1 Die invloed van proteïen- en metionienaanvulling op die koëffisiënt van skynbaar verteerbare ruproteïen van skape wat 'n swak kwaliteit ruvoer ontvang



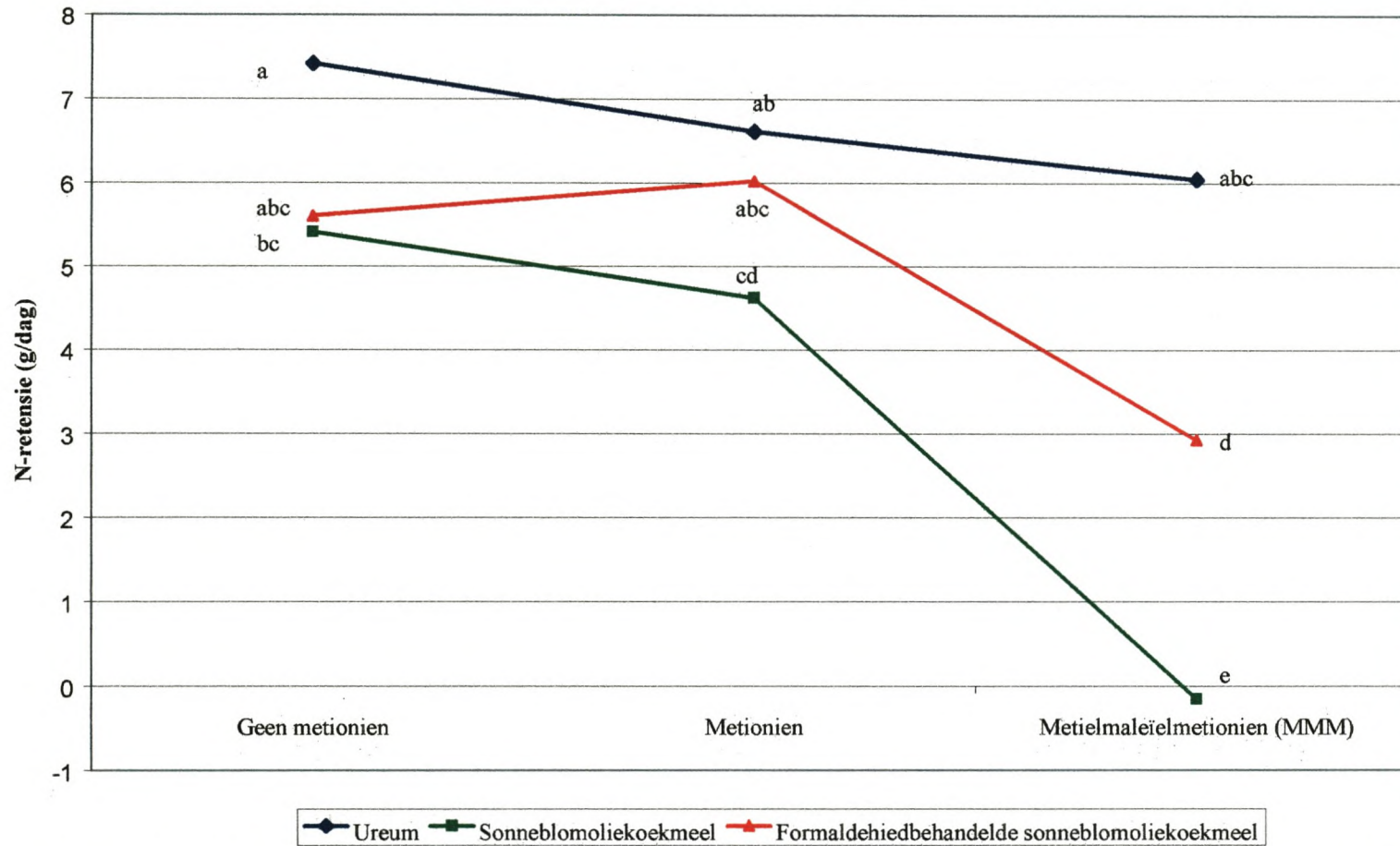
Figuur 3.2 Die invloed van proteïen- en metionienaanvulling op die koëffisiënt van skynbaar verteerbare vet van skape wat 'n swak kwaliteit ruvoer ontvang



Figuur 3.3 Die invloed van proteïen- en metionienaanvulling op N-inname van Merinohamels wat 'n swak kwaliteit ruvoer ontvang



Figuur 3.4 Die invloed van proteïen- en metionienaanvulling op urine N-uitskeiding van Merinohamels wat 'n swak kwaliteit ruvoer ontvang



Figuur 3.5 Die invloed van proteïen- en metionienaanvulling op skynbare N-retensie van Merinohamels wat 'n swak kwaliteit ruvoer ontvang

Hoofstuk 4

Die effek van die aanvulling van ureum en sonneblomoliekoekmeel (Formaldehydbehandel of onbehandel) op rumen parameters en *in sacco* degradeerbaarheid in die rumen van die skaap wat 'n swak kwaliteit ruvoer ontvang

4.1 Opsomming

Die effek van ureum, sonneblomoliekoekmeel (SBOKM) en formaldehydbehandelde SBOKM (FSBOKM) op die degradeerbaarheid van gars en strooi en op verskeie rumenparameters is ondersoek. Die invloed van proteïenaanvullings op rumenparameters was egter nie konstant nie. Die enigste gevolgtrekking wat moontlik is, is dat proteïenaanvulling nie 'n wesenlike effek op rumenparameters gehad het nie. Die gemiddelde pH het gewissel tussen 5.92 en 6.80. By al drie proteïenbehandelings het rumenammoniakvlakke ($\text{NH}_3\text{-N}$) by verskeie metingsgeleenthede wat oor 48 uur geneem is, onder 50 mg l^{-1} gedaal. Die gemiddelde vlugtige vetsuurkonsentrasie was vir die ureum-, SBOKM- en FSBOKM-behandeling onderskeidelik 10.94, 10.64 en 10.35 mg 100 ml^{-1} . Daar was ook geen effek ($P>0.05$) op die effektiewe droëmateriaal- (DM) en ruproteïen- (RP) degradeerbaarheid van gars en effektiewe DM-degradeerbaarheid van strooi nie. Die effektiewe RP-degradering van SBOKM en FSBOKM by 'n fraksionele uitvloeitempo van 0.02 % was 87.15 en 56.97 % onderskeidelik.

4.2 Inleiding

Pogings om die voedingswaarde van strooi te verhoog kan volgens Perdok, Leng, Bird, Habid & Van Houtert (1988) in twee breë kategorieë ingedeel word. Die eerste sluit metodes in wat die verteerbaarheid in die rumen verhoog soos byvoorbeeld die fisiese en chemiese behandeling van voer. Die tweede behels die regstel van die voedingstofbalans deur aanvullings sodat die voedingstowwe wat geabsorbeer word voldoen aan die

voedingstofbehoefte van 'n produserende dier. Volgens Leng (1991) is herkouers wat swak kwaliteit ruvoer ontvang, heeltemal afhanklik van die eindproduk van fermentering om aan die voedingsbehoefte van die dier te voldoen.

Perdok *et al.* (1988) wys daarop dat strooi 'n swak kwaliteit voer is met 'n tekort aan oplosbare stikstof en minerale sodat 'n aktiewe en doeltreffende rumen mikrobiële ekosisteem, hoë voerinnames en degradeerbaarheid nie onderhou kan word nie. Die afbreek en vertering van voer is afhanklik van 'n aktiewe mikrobiële populasie (Moir & Harris, 1962 - aangehaal deur Allden, 1981) en daarom sal enige tekorte aan voedingstowwe vir mikrobiële behoeftes, wat tot 'n kleiner mikrobiële populasie lei, weerspieël word in 'n laer degradeerbaarheid (Allden 1981).

Volgens Dunlop & McDonald (1986) het droë weidings en stoppellande 'n algemene tekort aan proteïene wat volgens Allden (1981) lei tot tekorte vir die voedingsbehoefte van mikroörganismes. Wanneer enige essensiële voedingstof vir mikrobiële groei ontbreek, is daar volgens Perdok *et al.* (1988) 'n netto afname in die doeltreffendheid waarmee energie in die rumen benut word vir mikrobiële selsintese. Die degradeerbaarheid en benutting van swak kwaliteit ruvoer (minder as 6 % RP) kan verhoog word wanneer beperkte voedingstowwe aangevul word (Church & Santos, 1981; McCollum & Galyean, 1985). Dit sal daarom ook die produkte van fermentering beïnvloed en gevolglik ook die voedingstowwe beskikbaar om aan die herkouer se voedingsbehoefte vir onderhoud en produksie te voldoen (Leng, 1991). Die aanduidings is daar dat die mate en tempo van degradering van die proteïen- en energiebronne gesinkroniseer moet word sodat optimale ruminale vertering en mikrobiële opbrengs verkry kan word (Herrera-Saldana, Gomez-Alarcon, Torabi & Huber, 1990; Sinclair, Garnsworthy, Newbold & Buttery, 1993).

Die varierende effek met aanvulling van verskillende proteïen- en aminosuurbronne op produksie by die herkouer kan toegeskryf word aan verskeie faktore wat die fermentasie en die produkte van fermentasie beïnvloed. Hierdie studie ondersoek die effek wat

aanvulling van ureum, SBOKM en FSBOKM op die degradeerbaarheid van strooi en gars en verskeie rumenparameters het.

4.3 Materiaal en metodes

4.3.1 Proefdiere en -diëte

Ses Dohne Merinohamels afkomstig van die Universiteit van Stellenbosch se Dohne merinokudde te Welgevallenproefplaas is in die studie gebruik. Die skape is met permanente fistulas in die retikulo-rumen toegerus volgens die metode soos deur Van Niekerk & Belonje (1968) beskryf is. Voldoende tyd is gegun vir die skape om na die operasie te herstel. Die skape is binnehuis in individuele hokke op die Universiteit van Stellenbosch se proefplaas te Welgevallen aangehou.

Strooi, gars, SBOKM en FSBOKM wat vir die degradeerbaarheidstudies gebruik is, is deur 'n 2.5 mm sif gemaal (Ørskov, 1992; Madsen & Hvelplund, 1994).

4.3.2 Studie een

'n *In sacco*-proef is gedoen met skape wat *ad libitum* hawerstrooi gevoer is waarby gars teen 1.1% van liggaamsmassa (\pm 370 g gars per dag) en ammoniumsulfaat (3.1 g/s/d) aangevul is. Die mineraalmengsel is teen 35 g/s/d aangevul wat bestaan uit 49.1 % Voerfos P12, 49.1 % voergraad sout en 0.8 % voergraad swawel. Die drie proteïenbronne wat aangevul is, was ureum, SBOKM en FSBOKM soos in hoofstuk 2 beskryf. Die effek van proteïenaanvulling op die DM-degradeerbaarheid van strooi en die DM- en RP-degradeerbaarheid van gars asook op rumen-pH, -ammoniak en vlugtige vetzuurkonsentrasies (VVS) is ondersoek.

4.3.2.1 Eksperimentele ontwerp en behandelings

Die proef het bestaan uit drie opeenvolgende periodes (3 x 3 latynse vierkant) wat elk oor twee dae gestrek het waartydens rumenmonsters geneem en pH gemeet is. Na twee dae rus, is die *in sacco*-degradeerbaarheidstudie uitgevoer. Daar was 'n sewe dae rusperiode tussen twee opeenvolgende periodes. Die skape is ewekansig tot die drie behandelings toegedeel. Die drie behandelings is op iso-energie en -proteïenbasis saamgestel.

4.3.2.2 Analitiese metodes

Die rumen-pH is gemeet tydens rumenvloeistof monsterring. Rumenvloeistof is vir twee agtereenvolgende dae geneem teen 0, 4, 8, 12, 16, 24(0), 4, 8, 12, 16 en 24 uur na voeding geneem. Die rumenvloeistof is deur 'n dubbele kaasdoek gefiltreer. Die rumenvloeistof is dadelik vir 20 minute teen 3000 rpm afgeswaai. Vyftig ml van die bodrywende vloeistof is afgegooi en 0.5 ml toluen per 100 ml vloeistof is bygevoeg en dadelik gevries vir VVS-ontledings. Nog 50 ml is afgegooi en gevries vir NH₃-ontleding.

Rumen-ammoniak in die vloeistof is bepaal deur die gebruik van 'n "Technicon Auto Analyser II", Industrial Method No.334-74 A (1976). Die VVS, naamlik asynsuur, propionsuur, iso-bottersuur, N-bottersuur, iso-valeriensuur en N-valeriensuur is bepaal deur middel van 'n gaschromatograaf met die prosedure beskryf deur Davies (1989). Die nie-glukogeniese verhouding (NGV) van vlugtige vetsure is volgens Ørskov (1975) bereken:

$$\text{Die NGV van vlugtige vetsure} = \frac{\text{asynsuur} + (\text{N-} + \text{Iso-}) \text{ bottersuur} + \text{N-valariensuur}}{\text{propionsuur} + (\text{N-} + \text{Iso-}) \text{ valariensuur}}$$

Die DM-degradeerbaarheid van strooi en die DM- en RP-degradeerbaarheid van gars is volgens die *in sacco* metode, soos beskryf deur Ørskov & McDonald (1979), bepaal. Die eenvormige rumensakkies is van polyester (5 x 10 cm) vervaardig deur kante aan mekaar

te smelt. As gevolg van die volume per massa van die strooi is slegs 2 gram per sakkie (Ørskov, Hovell & Mould, 1980) afgeweeg, terwyl gars teen 3 gram per sakkie afgeweeg is (Ørskov, 1992).

Die sakkies is tydens voeding in die rumen geplaas en oor tyd verwyder (Madsen & Hvelplund, 1994). Die inkubasietye vir die ruvoer was 0, 2, 4, 12, 24, 36, 48 en 72 uur (Brand, Franck, Cloete & Brand, 1992) en vir gars 0, 2, 4, 8, 16, 24 en 48 uur (Madsen & Hvelplund, 1994). Met verwydering van die sakkies is hulle verder behandel volgens die prosedure deur Brand, *et al.* (1992) beskryf. Sakkies is onder koue, lopende water gewas totdat die afloopwater skoon was en daarna in die oond teen 60°C gedroog.

4.3.3 Studie twee

'n *In sacco*-proef is gedoen met skape wat *ad libitum* lusern gevoer is. Dieselfde skape, wat met permanente kannulas toegerus is en in Studie een gebruik is, is ook in Studie twee gebruik. Die DM- en RP-degradeerbaarheid van SBOKM en FSBOKM is in hierdie studie bepaal. Omdat al die skape *ad libitum* lusern gevoer is, is sakkies teen verskillende tye in die rumen geplaas en almal op dieselfde tyd verwyder. Die inkubasietye wat gebruik is, is 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72 en 96 uur.

Na die verwydering van sakkies is hulle gevries en met 'n latere geleentheid in 'n semi-automatiese wasmasjien gewas om eenvormigheid met die wasproses te verseker wat nie verkry kan word met handwas nie. Die sakkies is teen 60°C tot 'n konstante massa gedroog.

4.3.4 Berekeninge by Studie een en twee

Die persentasie materiaal gedegradeer is bepaal volgens die model van Ørskov & McDonald (1979):

$$p = a + b(1 - e^{-ct}),$$

waar p = die werklike hoeveelheid nutrient gedegradeer oor tyd t ; a = die afsnit op die y -as van die degraderingskurwe by tyd 0 ; b = die potensiële degradeerbaarheid van die onoplosbare fraksie en c = die tempokonstante vir die degradering van die fraksie wat deur b beskryf word.

As gevolg van die tydsverloop voordat die nie-oplosbare fraksie (b) in die rumen begin degradeer kan negatiewe a -waardes verkry word met die model soos deur Ørskov & McDonald (1979) beskryf word. Dit is moontlik wanneer die RP-verdwyning van proteïenbronne soos FSBOKM oor tyd deur bogenoemde model gepas word. Die model soos aangepas deur McDonald (1981) kan gebruik word wat voorsiening maak vir 'n vertragsfase. Die vertragsfase (L) is met behulp van die volgende model bepaal:

$$L = \frac{1}{c} \times \ln \left[\frac{b}{(a + b - a')} \right]$$

waar a' is geneem as die deel wat oplos, b' is bepaal deur $(a + b) - a'$ en $p = a' + b' (1 - e^{-ct})$.

'n Iteratiewe kleinste kwadraatprosedure is gebruik vir die bepaling van die nie-liniêre parameters a, b en c (Statgraphics, 1986). Die effektiewe degradeerbaarheid (P) is bereken met die volgende vergelyking:

$$P = a + \frac{bc}{c + k}$$

waar k = die uitvloeitempo uit die rumen. Fraksionele uitvloeitempo's van 0.02, 0.05 en 0.08 %/uur is gebruik vir die berekeninge.

4.4 Statistiese ontleding

'n Eenrigting variansie-analise is op die nie-liniêre parameterdata uitgevoer (Snedecor & Cochran, 1967), terwyl R^2 waardes vir die degradeerbaarheidsberamings bereken is met behulp van Statgraphics (1986).

4.5 Resultate en bespreking

4.5.1 Studie een

Die effek van proteïenaanvulling op rumenparameters word in Tabel 4.1 aangedui.

4.5.1.1 Rumen pH

Alhoewel nie-betekenisvol ($P > 0.05$), het rumen pH op die SBOKM-dieet die hoogste geneig gevolg deur FSBOKM en dan ureum. Die pH (Figuur 4.1) het gewissel tussen 5.92 en 6.80. Volgens die NRC (1985) is die optimale pH vir die mikrobiëse fermentasie van sellulose tussen 6 en 7. By al drie diëte was die pH op sy hoogste by die metings wat voor voeding geneem is. Op al drie diëte is daar 'n skerp daling in pH waargeneem oor

die eerste 4 uur na voeding. By ureum- en FSBOKM-behandelings was die pH by ander tye van monsterring behalwe by 0, 24 en 48 uur onder die 6.2 wat algemeen aanvaar word as die waarde waar onder sellulolitiese aktiwiteite in die rumen onderdruk mag word (Williams, Innes & Brewer, 1984).

Met proteïenaanvulling tot 'n hawerstrooidieet het Coombe (1985) 'n geleidelike afname in die pH oor tyd na voeding verkry. Die pH het gewissel tussen 6.2 en 7.2. Coombe (1985) het egter vir die eerste 6 uur na voeding 'n hoër pH by ureumaanvulling verkry as by kanola- en sonneblommeel in die onbehandelde en formaldehydbehandelde vorm. Die gemiddelde pH het egter nie verskil tussen die verskillende diëte nie.

4.5.1.2 Ammoniakkonsentrasie

Proteïenaanvulling het geen effek ($P>0.05$) op ammoniakkonsentrasie (NH_3 -konsentrasie) van rumenvloeistof gehad nie. Daar was egter 'n neiging dat die ammoniakkonsentrasie (Figuur 4.2) 4 uur na voeding die hoogste was met ureumbehandeling gevolg deur die SBOKM- en dan FSBOKM-behandelings. In die studie van Coombe (1985) was die ammoniakkonsentrasie met ureumbehandeling hoër ($P<0.01$) met sonneblommeel terwyl formaldehydbehandeling die ammoniakkonsentrasie verlaag ($P<0.01$) het.

Met ureumaanvulling het Rihani, Garret & Zin. (1993) 'n piek van $\text{NH}_3\text{-N}$ by 1 uur na voeding verkry. Vyf uur na voeding het die $\text{NH}_3\text{-N}$ -vlakke na normaal teruggekeer. In die huidige studie is die eerste meting eers 4 uur na voeding geneem, waar SBOKM- en ureumbandelings 'n piek getoon het met geen ($P>0.05$) betekenisvolle verskil tussen die twee handelings nie.

Met die ureumbehandeling was die ammoniakkonsentrasie by 12, 16 en 24 uur na 1^{ste} voeding en 12 en 16 uur na 2^{de} voeding onder 50 mg l^{-1} . Met SBOKM-behandeling was die ammoniakkonsentrasie by 8, 12, 16 en 24 uur na 1^{ste} voeding en 8, 12 en 16 uur na 2^{de} voeding onder 50 mg l^{-1} . Met FSBOKM-behandeling was ammoniakkonsentrasie by 8,

12 en 16 uur na 1^{ste} voeding en 8, 12 en 16 uur na 2^{de} voeding onder 50 mg l⁻¹. Satter & Slyter (1974), ARC (1984) en Leng & Nolan (1984) beskou 50 mg l⁻¹ as die minimum vlak waar maksimum mikrobiële groei verkry kan word. Kang-Meznarich & Broderick (1981) beskou 'n ammoniakkonsentrasie van 85 mg l⁻¹ as optimum vir mikrobiële groei wat beteken dat die vlak oorwegend by al drie diëte onvoldoende was vir optimale mikrobiële groei.

Vir maksimum fermentasietempo het Mehrez, Ørskov & McDonald (1977) gevind dat die ammoniakkonsentrasie bokant 235 mg l⁻¹ moet wees en vir optimale benutting van ruvoer moet die konsentrasie volgens Boniface, Murray & Hogan (1986) nooit onder 200 mg l⁻¹ daal nie. Met al drie proteïenbehandelings was die ammoniakkonsentrasie oorwegend onder 200 mg l⁻¹. Vir optimale strooi-inname moet die ammoniakkonsentrasie volgens Boniface *et al.* (1986) bokant 150 mg l⁻¹ wees. Die ammoniakkonsentrasie was egter slegs by 4 uur na voeding by ureumaanvulling bo 150 mg l⁻¹. Indien verbyvloei proteïen aangevul word is dit volgens Leng (1990) slegs nodig dat 100 mg l⁻¹ ammoniak in die rumen moet wees vir optimale vertering.

Herkouers het die vermoë om N te hersirkuleer na die rumen (Kennedy & Milligan, 1980). Doyle, Dove, Freer, Hart, Dixon & Egan (1988) het gevind dat by swak kwaliteit ruvoer, die hersirkulering van N 'n beduidende rol speel by die effek van verskillende vlakke van proteïenaanvullings veral teen laer vlakke van proteïenaanvulling.

4.5.1.3 Vlugtige vetsure

Die gemiddelde vlugtige vetsuurkonsentrasie (VVS) was vir die ureum-, SBOKM- en FSBOKM-behandeling onderskeidelik 10.94, 10.64 en 10.35 mmol 100ml⁻¹. Dit is binne die norme van 6 - 12 mmol 100ml⁻¹ (Ruckebusch & Thivend, 1980 soos aangehaal deur Brand, 1996). Slegs by 16 uur na voeding was daar 'n betekenisvolle verskil ($P < 0.05$) in die totale VVS-konsentrasie (Figuur 4.9) tussen al drie behandelings. By die ureumbehandeling was dit die hoogste, gevolg deur die SBOKM- en dan die FSBOKM-

behandeling. Die asynsuurkonsentrasie (Figuur 4.3) was by 12 uur na voeding die hoogste ($P < 0.05$) vir die ureumbehandeling gevolg deur die SBOKM- en FSBOKM-behandeling. By 4 uur na 2^{de} voeding was die asynsuurkonsentrasie vir die SBOKM-behandeling betekenisvol ($P < 0.05$) hoër as by FSBOKM- of ureumbehandelings. By 12 uur na voeding was die N-valeriensuurkonsentrasie (Figuur 4.8) vir die ureumbehandeling betekenisvol ($P < 0.05$) laer as vir die SBOKM- en FSBOKM-behandeling.

Daar was slegs 'n betekenisvolle ($P < 0.05$) verskil in nie-glukogeniese verhouding (NGV) tussen FSBOKM en SBOKM by 12 uur na voeding. Die NGV is 'n aanduiding van die doeltreffendheid waarmee VVS benut word en wanneer hierdie verhouding bokant 4 styg is dit 'n aanduiding dat doeltreffendheid van benutting van VVS afneem (Ørskov, 1975). Die oorgrote tyd was die NGV onder 4. Dit het gewissel tussen 3.04 en 3.66 wat hoër is as die optimumvlak vir groei en afronding (2.25 - 3.00) (Ørskov, 1975). Enige aanvulling wat tot hoër propionsuurkonsentrasie lei, verbeter die NGV-verhouding. Dit veroorsaak dat ruvoer beter benut word.

Die molare verhouding tussen asynsuur, propionsuur en bottersuur was 64:21:15, 64:22:14 en 64:22:14 onderskeidelik vir FSBOKM-, SBOKM- en ureumdiëte. Wanneer skape slegs graandiëte ontvang, het Judson, Anderson, Luick & Leng (1968) gevind dat die molare verhouding van asetaat, propionaat en bottersuur 50:40:10 is. Met 'n strooidieet het Flachowsky & Tiroke (1993) 'n molare verhouding tussen asynsuur, propionsuur en bottersuur van 71:21:8 verkry. Die propionsuurkonsentrasie is vergelykbaar met die strooidiëte, maar bottersuur was hoër as by strooi- of konsentraatdiëte. Die asynsuurkonsentrasie was laer as by die strooidiëte, maar hoër as die graandiëte. Met hoë-konsentraatanvulling by strooidiëte het Flachowsky & Tiroke (1993) 'n hoër molare bottersuurinhoud verkry.

Met verhoogde aanvulling van hawer en SBOKM (in 'n verhouding van 2:1) het Doyle *et al.* (1988) gevind dat die molare verhouding van propionaat, iso-bottersuur en iso-valeriensuur verhoog terwyl asynsuur verlaag.

4.5.1.4 *In sacco*-degradeerbaarheid by Studie een

Die nie-liniëre parameters, a, b en c, vir die verskillende behandelings word in Tabel 4.2 aangedui. Ten opsigte van DM-degradeerbaarheid van gars was daar slegs verskille ($P < 0.05$) by die oplosbare fraksie (a) tussen die ureum- en FSBOKM-behandelings. Deur aanvulling van SBOKM of FSBOKM teenoor ureum is daar geen verbetering in ruminale DM- of RP-degradeerbaarheid van gars of DM-degradeerbaarheid van strooi verkry nie.

Na 24 uur was die persentasie verdwyning van die DM van strooi 44.49, 42.15 en 38.80 vir onderskeidelik die ureum-, SBOKM- en FSBOKM-behandelings. Dit stem ooreen met die verdwyning van strooi van 39 % wanneer skape wat slegs 'n aanvulling van 8.4 % sojaboonmeel ontvang het (Mould, Ørskov & Mann, 1983). Wanneer 61 % gars aangevul is, was die DM-verdwyning van strooi 24.6 %, maar met aanvulling van bikarbonaatsoute was die verdwyning 38.8 %. Met aanvulling van 370 g gars (gemiddelde 35.8 % op DM-basis vanaf Hoofstuk 2) saam met proteïenbronne blyk dit of degradeerbaarheid van strooi in die huidige studie nie benadeel is nie. Hierdie waarneming word bevestig deur Flachowsky & Schneider (1992) wat met 35% insluiting van gars by 'n strooidieet geen invloed op DM-verdwyning van strooi en gars verkry het nie.

Met aanvulling van verskillende vlakke van hawer en SBOKM by 'n hawerhooidieet ($34.4 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$) het Doyle *et al.* (1988) geen invloed op die totale dieet se degradeerbaarheid van ADF of NDF gevind nie.

4.5.2. *In sacco*-degradeerbaarheid by Studie twee

Die nie-liniëre parameters, a, b en c, vir SBOKM en FSBOKM word in Tabel 4.3 aangedui.

Na 24 uur se blootstelling in die rumen is onderskeidelik 43.25 en 70.91 % DM gedegradear van FSBOKM en SBOKM. Na 24 uur blootstelling in die rumen is 89.30 % van die RP van SBOKM gedegradear. Dit stem ooreen met waardes van 90 - 95 % wat deur Schoeman, De Wet & Burger (1972), Ganev, Ørskov & Smart. (1979) en Freer & Dove (1984) verkry is. Die persentasie RP wat gedegradear is in die studie van Sales (1991) was egter heelwat laer (67.19 %).

Die persentasie waarmee effektiewe degradering van DM van SBOKM verlaag word by verskillende uitvloeiempo's (0.08, 0.05 en 0.02 % per uur) met behandeling van formaldehyd, is onderskeidelik 50.23, 43.27 en 25.19 %. Die verlaging in die effektiewe degradering van RP met formaldehydbehandeling van SBOKM is onderskeidelik 63.94, 55.60 en 34.63 % by die onderskeie uitvloeiempo's van 0.08, 0.05 en 0.02 % per uur. Die beskerming van proteïene teen ruminale degradering met formaldehydbehandeling, by 'n spesifieke peil van behandeling, raak kleiner soos die fraksionele uitvloeiempo verlaag. Strooigebaseerde diëte het 'n lae fraksionele uitvloeiempo.

In die studie van Coombe (1985) was die effektiewe degradering van RP by SBOKM 69.5 % by 'n fraksionele uitvloeiempo van 0.06 % per uur. By dieselfde uitvloeiempo is gevind dat met huidige studie die effektiewe degradeerbaarheid 79.46 % is. By FSBOKM was die degradeerbaarheid by huidige studie en die studie van Coombe (1985) dieselfde naamlik 32.5 % maar met laasgenoemde studie is 'n liniëre model gebruik. Die effektiewe degradering van RP van SBOKM by fraksionele uitvloeiempo van 0.05 % per uur het Sales (1991) 'n laer waarde (55.2 % vs 80.96 %) gerapporteer. Laasgenoemde twee studies is met dieselfde standaard *in situ*-metode onderneem.

Die basale rantsoen het 'n invloed op die mate waartoe proteïenbronne afgebreek en benut word (Scoeman *et al.*, 1972; Ganev *et al.*, 1979; Lindberg, 1981a, b en Kirkpatrick & Kennelly, 1987). Volgens Coombe, Tribble & Morrison (1960) is die aanvulling van ureum saam met 'n vinnige verteerbare energiebron voordelig. Die rumen pH word verlaag en sodoende word minder NH_3 uit die rumen in die bloed opgeneem.

4.6 Gevolgtrekking

Die sinkronisering van energie en N is volgens Rihani *et al.* (1993) belangriker vir doeltreffende gebruik van mikrobiële N in die rumen met lae vlakke van N-inname as wanneer voldoende N-aangevul word. Deur 'n rumendegraderbare proteïenbron soos SBOKM aan te vul teenoor NPN (ureum) word geen voordeel met die DM-degradeerbaarheid van strooi verkry nie. Die pH, rumen-ammoniakkonsentrasie en totale vlugtige vetsuurkonsentrasie is nie wesenlik beïnvloed deur die aanvulling van 'n rumen degradeerbare proteïenbron nie. Aangesien mikrobiële proteïenproduksie en uitvloeï van N uit die rumen op die verskillende behandelings nie geëvalueer is nie, is dit onduidelik in watter mate sinkronisering van energie en N in die rumen plaasgevind het. Dus is dit nie moontlik om die gevolgtrekking te maak dat strooi beter benut word met aanvulling van 'n natuurlike proteïenbron wat hoogs degradeerbaar is teenoor 'n NPN-bron nie.

Deur aanvulling van 'n laag degradeerbare proteïenbron (FSBOKM) in vergelyking met 'n hoog degradeerbare proteïenbron (SBOKM) is die DM-degradeerbaarheid van strooi nie beïnvloed nie. Die pH, rumen-ammoniakkonsentrasie en totale vlugtige vetsuurkonsentrasies is nie wesenlik beïnvloed deur die aanvulling van FSBOKM in vergelyking met SBOKM nie. Die effektiewe degradeerbaarheid van RP van FSBOKM by Studie twee (luserndieet) is moontlik laer as by Studie een (strooidieet). Dit is daarom moontlik die rede waarom daar nie verskille by rumenparameters was tussen SBOKM- en FSBOKM-behandelings nie. Die effektiewe degradeerbaarheid van proteïenbronne en die optimale peil van formaldehydebahandeling moet op strooigebaseerde diëte verder ondersoek word.

4.7 Verwysing

- ALLDEN, W.J.**, 1981. Energy and protein supplements for grazing livestock. In. Grazing animals. ed. Morley, F.H.W., Elsevier scientific Publishing Company. pp. 289.
- ARC**, 1984. The nutrient requirements of ruminant livestock. Suppl. No.1. Commonwealth Agric. Bureax, Slough, U.K..
- BONIFACE, A.N., MURRAY, R.M. & HOGAN, J.P.**, 1986. Optimum level of ammonia in the rumen liquor of cattle fed tropical pasture hay. **Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.** 16, 151.
- BRAND, T.S.**, 1996. The nutritional status and feeding practices of sheep grazing cultivated pasture and crop residues in a mediterranean environment. Ph.D.-dissertation, Universiteit van Stellenbosch.
- BRAND, T.S., FRANCK, F., CLOETE, S.W.P. & BRAND A.A.**, 1992. Substitution of lusern hay by untreated, urea-enriched and urea-ammoniated wheat straw in diets for sheep. **S. Afr. J. Anim. Sci.** 22, 185 - 193.
- CHURCH, D.C. & SANTOS, A.**, 1981. Effect of graded levels of soybean meal and of a nonprotein nitrogen-molasses supplement on consumption and digestibility of wheat straw. **J. Anim. Sci.** 53, 1609.
- COOMBE, J.B.**, 1985. Rape and sunflower seed meals as supplements for sheep fed on oat straw. **Aust. J. Agric. Res.** 36. 717 - 728.
- COOMBE, J.B., TRIBLE, D.E. & MORRISON, J.W.**, 1960. Some experimental observations on the toxicity of urea to sheep. **Aust. J. Agric. Res.** 11, 247.
- DOYLE, P.T., DOVE, H., FREER, M., HART, F.J., DIXON, R.M. & EGAN, A.R.**, 1988. Effects of a concentrate supplement on the intake and digestion of a low-quality forage by lambs. **J. Agric. Sci., Camb.** 111, 503 - 511
- DAVIES, S.J.**, 1989. Laboratory methods, sec. 3. 012. Animal Nutrition Subdirectorate. Animal and Dairy Science Research Institute, Irene, R.S.A
- DUNLOP, A.C. & MCDONALD, C.L.**, 1986. Protein enrichment of cereal grains for livestock. **J. Agric. West Aust.** 27, 64.

- FLACHOWSKY, G. & SCHNEIDER, M., 1992. Influence of various straw-to-concentrate ratios on *in sacco* dry matter degradability, feed intake and apparent digestibility in ruminants. **Anim. Feed Sci. Tech.** 38, 199 - 217.
- FLACHOWSKY, G. & TIROKE, K., 1993. Influence of type of feeding and rumen incubation time on *in sacco* dry matter degradability of ryegrass, straw and concentrate in sheep and goats. **Small Rumin. Res.** 9, 321 - 330.
- FREER, M. & DOVE, H., 1984. Rumen degradation of protein in sunflower meal, rapeseed meal and lupinseed placed in nylon bags. **Anim. Feed Sci. Tech.** 11, 87.
- GANEV, G., ØRSKOV, E.R. & SMART, R., 1979. The effect of roughage or concentrate feeding and rumen retention time on total degradation of protein in the rumen. **J. Agric. Sci., Camb.** 93, 651.
- HERRERA-SALDANA, R., GOMEZ-ALARCON, R., TORABI, M. & HUBER, J.T., 1990. Influence of synchronising protein and starch degradation in the rumen on nutrient utilization and microbial protein synthesis. **J. Dairy Sci.** 73, 142 - 148.
- JUDSON, G.J., ANDERSON, E., LUICK, J.R. & LENG, R.A., 1968. The contribution of propionate to glucose synthesis in sheep given diets of different grain content. **Br. J. Nutr.** 22, 69 -75.
- KANG-MEZNARICH, J.H. & BRODERICK, G.A., 1981. Effects of incremental urea supplementation on ruminal ammonia concentration and bacterial protein formation. **J. Anim. Sci.** 51, 422 - 431.
- KENNEDY, P.M. & MILLIGAN, L.P., 1980. Input of endogenous protein into the forestomachs of sheep. **Can. J. Anim. Sci.** 60, 1029.
- KIRKPATRICK, B.K. & KENNELLY, J.J., 1987. *In situ* degradability of protein and dry matter from single protein sources and from a total diet. **J. Dairy Sci.** 65, 567.
- LENG, R.A., 1990. Factors affecting the utilization of 'poor-quality' forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutr. Res. Rev.** 3, 277.

- LENG, R.A., 1991. Further observation on the efficiency of feed utilisation for growth in ruminants fed forage based diets. In: Recent advances in animal nutrition. Ed. Farrell, D.J, University of New England, Armidale, N.S.W. pp. 28.
- LENG, R.A. & NOLAN, J.V., 1984. Symposium: Protein nutrition of the lactating dairy cow. Nitrogen metabolism in the rumen. **J. Dairy. Sci.** 67, 1072 - 1089.
- LINDBERG, J.E., 1981a. The effect of basal diet on the ruminal degradation of dry matter, nitrogenous compounds and cell walls in nylon bags. **Swedish J. Agric. Res.** 11, 159.
- LINDBERG, J.E., 1981b. Rumen degradation pattern of dry matter and nitrogenous compounds of some concentrates studied with the nylon bag technique. **Swedish J. Agric. Res.** 11, 171.
- MADSEN, J. & HVELPLUND, T., 1994. Prediction of *in situ* protein degradability in the rumen. Results of a European ringtest. **Livestock Prod. Sci.** 39, 201 - 212
- McCOLLUM, F.T., & GALYEAN, M.L., 1985. Influence of cottonseed meal supplementation on voluntary intake, rumen fermentation and rate of passage of prairie hay in beef steers. **J. Anim. Sci.** 60, 570.
- McDONALD, I., 1981. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. **J. Agric. Sci., Camb.** 96, 251 - 252.
- MEHREZ, A.Z., ØRSKOV, E.R. & MCDONALD, I., 1977. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **Br. J. Nutr.** 38, 437 - 443.
- MOULD, F.L., ØRSKOV, E.R. & MANN, S.O., 1983. Associative effects of mixed feeds. 1. Effects of type and level of supplementation and influence of the rumen fluid pH on cellulolysis in vivo and dry matter digestion of roughages. **Anim. Feed Sci. Tech.** 10, 15 - 30.
- ØRSKOV, E.R., 1975. Manipulation of rumen fermentation for maximum food utilization. **Wld. Rev. Diet.** 22, 152.
- ØRSKOV, E.R., 1992. Protein nutrition in ruminants. Academic Press, London.
- ØRSKOV, E.R., HOVELL, F.D. & MOULD, F., 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. **Trop. Anim. Prod.** 5, 195 - 213.

- ØRSKOV, E.R. & McDONALD, I., 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **J. Agric. Sci., Camb.** 92, 499 - 503.
- PERDOK, H.B., LENG, R.A., BIRD, S.H., HABID, G. & VAN HOUTERT, M., 1988. Improving Livestock Production from Straw-Based Diets. In: Increasing Small Ruminant Productivity in Semi-arid Areas. Eds. Thompson, E.F. & Thompson, F.S., ICARD, Netherlands. pp. 81.
- RIHANI, N., GARRETT, W.N. & ZINN, R.A., 1993. Influence of level of urea and method of supplementation on characteristics of digestion of high-fiber diets by sheep. **J. Anim. Sci.** 71, 1657 - 1665.
- SALES, J., 1991. Bepaling van die optimum formaldehydbehandelingspeil vir die behandeling van plantaardige proteïenbronne en die invloed daarvan op die produksie van volwasse Merinohamels. M.Sc.-thesis, Universiteit van Stellenbosch
- SATTER, L.D. & SLYTER, L.L., 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. **Br. J. Nutr.** 32, 199.
- SCHOEMAN, E.A., DE WET, P.J. & BURGER, W.J., 1972. The evaluation of the digestibility of treated proteins. **Agroanimalia** 4, 35-46.
- SINCLAIR, L.A., CARNSWORTHY, P.C., NEWBOLD, J.R. & BUTTERY, P.J., 1993. Effect of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on rumen fermentation and microbial protein synthesis in sheep. **J. Agric. Sci.** 120, 251 - 263.
- SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G., 1967. Statistical methods (6th edn.) The Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.
- VAN NIEKERK, C.H. & BELONJE, P.C., 1968. An improved method for long term cannulation of the abomasum. **Proc. S. Afr. Soc. Anim. Prod.** 7, 193 - 194,
- WILLIAMS, P.E.V., INNES, G.M. & BREWER, A., 1984. Ammonia treatment of straw via the hydrolysis of urea. II. Addition of soyabean (urease), sodium hydroxide and molasses; effects on the digestibility of urea treated straw. **Anim. Feed Sci. Technol.** 11, 115.

Tabel 4.1 Die gemiddelde pH, ammoniakstikstof en vlugtige vetsuurkonsentrasie in rumenvloeistof oor 'n tydperk van 48 uur by skape wat 'n swak kwaliteit ruvoer ontvang het

Rumen-parameters	Tyd (uur)										
	0	4	8	12	16	24	28	32	36	40	48
pH											
FSBOKM	6.79	6.14	6.10	6.03	6.01	6.60	6.03	5.98	6.02	6.07	6.62
SBOKM	6.80	6.24	6.21	6.20	6.20	6.74	6.14	6.10	6.20	6.20	6.69
Ureum	6.73	6.14	6.03	5.97	6.04	6.25	6.07	5.92	6.05	6.06	6.65
SFG	0.056	0.056	0.046	0.049	0.046	0.043	0.039	0.043	0.047	0.038	0.084
Ammoniak stikstof (mg/l)											
FSBOKM	74.00	57.59	34.26	49.87	39.14	57.82	75.11	27.79	21.54	37.19	63.07
SBOKM	99.40	128.30	33.78	39.88	30.00	37.72	148.23	41.79	29.83	40.93	70.77
Ureum	67.64	178.57	79.31	44.76	39.46	44.17	203.72	65.68	41.90	34.80	91.97
SFG	10.08	18.67	14.07	11.39	9.51	9.38	17.27	10.19	6.90	7.05	8.03
Vlugtige vetsure (mmol/100ml)											
Asynsuur											
FSBOKM	5.8067	5.6033	6.3050	6.5050a	7.2317	6.5367	6.1350 ^a	7.1467	7.1917	6.5933	5.6500
SBOKM	5.6650	6.4867	5.7433	7.0900b	7.1867	7.0717	7.1333 ^b	7.2950	7.1083	5.5167	5.6050
Ureum	5.5133	6.8750	6.6067	7.7700c	7.4350	7.1367	6.7467 ^a	6.6067	7.5833	6.3783	6.2517
SFG	0.2703	0.3954	0.2739	0.3533	0.3110	0.2567	0.3362	0.4447	0.2925	0.2744	0.3194
Propionsuur											
FSBOKM	1.8933	1.8330	1.9200	2.3817	2.2950	2.1467	2.0617	2.3433	2.3400	2.0750	1.7533
SBOKM	1.7617	2.3000	2.1717	2.1917	2.8250	2.5967	2.5333	2.6250	2.4833	1.8783	1.7900
Ureum	1.7317	2.0283	2.2500	2.4017	2.9400	2.2450	2.6000	2.4400	2.6900	1.9650	2.0400
SFG	0.0953	0.1576	0.1395	0.1945	0.1936	0.1272	0.1662	0.1140	0.1282	0.0973	0.1058
Iso-bottersuur											
FSBOKM	0.1600	0.0883 ^a	0.0867	0.0983	0.1000	0.2017	0.0933	0.2533	0.1150	0.1633	0.1450
SBOKM	0.1767	0.1517 ^b	0.1517	0.1317	0.1450	0.1117	0.1217	0.1300	0.1250	0.1450	0.1483
Ureum	0.1383	0.0700 ^a	0.0700	0.0750	0.0833	0.0767	0.0800	0.0933	0.0983	0.1300	0.1600
SFG	0.0105	0.0112	0.0123	0.0098	0.0082	0.0344	0.0080	0.0446	0.0079	0.0125	0.0098

Tabel 4.1 vervolg Die gemiddelde pH, ammoniakstikstof en vlugtige vetsuurkonsentrasie in rumenvloeistof oor 'n tydperk van 48 uur by skape wat 'n swak kwaliteit ruvoer ontvang

Rumen-parameters	Tyd (uur)										
	0	4	8	12	16	24	28	32	36	40	48
N-bottersuur											
FSBOKM	1.2550	1.1650	1.2567	1.4700	1.5133	1.4317	1.3900	1.4467	1.5700	1.2917	1.0617
SBOKM	1.1050	1.2250	1.2400	1.3550	1.6683	1.2917	1.3750	1.3067	1.6467	1.0983	1.1680
Ureum	1.3833	1.2033	1.3367	1.4917	1.6550	1.3533	1.5267	1.4400	1.6633	1.2933	1.2250
SFG	0.1028	0.1035	0.0701	0.1081	0.1092	0.0994	0.1094	0.0894	0.1255	0.0612	0.0837
Iso-valariensuur											
FSBOKM	0.1450	0.0667	0.2283	0.1000	0.0800	0.1000	0.1050	0.1183	0.0800	0.1200	0.1467
SBOKM	0.1383	0.1217	0.1267	0.1083	0.1033	0.0933	0.0867	0.0867	0.0900	0.1050	0.1100
Ureum	0.1050	0.1400	0.1200	0.0467	0.0867	0.0517	0.0750	0.0750	0.0817	0.1067	0.1150
SFG	0.0135	0.0354	0.0530	0.0106	0.0111	0.0132	0.0164	0.0120	0.0127	0.0122	0.0134
N-valariensuur											
FSBOKM	0.2400	0.2033	0.2017	0.3117 ^a	0.2283	0.2117	0.1900	0.2450	0.2300	0.1800	0.1983
SBOKM	0.2117	0.2567	0.2417	0.4600 ^a	0.2483	0.2250	0.2633	0.2317	0.2367	0.2233	0.2050
Ureum	0.2000	0.1850	0.2100	0.2283 ^b	0.2733	0.1867	0.2183	0.2233	0.2417	0.2100	0.2400
SFG	0.0200	0.0233	0.0222	0.0690	0.0239	0.0156	0.0241	0.1649	0.0207	0.0256	0.0207
Totale VVS											
FSBOKM	9.500	9.008	9.998	10.867	11.447 ^a	10.628	9.975	11.553	11.527	10.423	8.955
SBOKM	9.058	10.542	9.673	11.337	12.177 ^b	11.390	11.512	11.675	11.688	8.967	9.027
Ureum	9.073	10.500	10.593	12.015	12.473 ^c	11.050	11.247	10.877	12.358	10.083	10.038
SFG	0.402	0.599	0.397	0.540	0.416	0.307	0.441	0.528	0.388	0.329	0.445
Nie-glukogeniese verhouding van VVS											
FSBOKM	3.2800	3.3633	3.4767	3.0500 ^a	3.5533	3.4883	3.3750	3.3883	3.4883	3.5167	3.4267
SBOKM	3.4617	3.1450	3.0433	4.2533 ^{ab}	3.0517	3.1383	3.2683	3.2083	3.3550	3.3317	3.4317
Ureum	3.6533	3.6433	3.3583	3.6183 ^b	3.1317	3.6150	3.1683	3.0400	3.3133	3.5600	3.2783
SFG	0.1354	0.1619	0.1827	0.4138	0.2062	0.1702	0.2040	0.2074	0.1718	0.1398	0.1087

Waardes met verskillende letters in dieselde kolom verskil betekenisvol ($P < 0.05$) van mekaar

Tabel 4.2 Die droëmateriaal- en ruproteïendegradearbaarheid van gars en die droëmateriaaldegradeerbaarheid van strooi by skape wat 'n lae kwaliteit ruvoer ontvang

Proteïen-bron	Nie-liniëre parameters ¹				Effektiewe degradering ² (%) by fraksionele uitvloeiempo van		
	a	b	C	R ²	0.02/h	0.05/h	0.08/h
DM-degradeerbaarheid van gars							
FSBOKM	39.2699 ^a	47.1789	0.2645	0.97	82.7501	78.2565	74.6694
SBOKM	39.3678 ^{ab}	47.7004	0.2395	0.96	83.2504	78.5760	74.8219
Ureum	40.9818 ^b	46.3070	0.2253	0.94	81.5649	76.0243	72.2009
RP-degradeerbaarheid van gars							
FSBOKM	20.9932	73.1928	0.2269	0.96	87.6768	79.9487	73.9098
SBOKM	19.7337	75.7514	0.2223	0.97	88.4690	80.2276	73.8512
Ureum	21.5842	71.4868	0.1885	0.92	84.1072	74.9989	68.5882
DM-degradeerbaarheid van strooi							
FSBOKM	10.4191	74.3745	0.0259	0.97	42.5867	29.6265	24.2723
SBOKM	10.5244	55.1099	0.0333	0.98	44.7302	32.3943	26.6092
Ureum	10.3099	56.7145	0.0309	0.96	44.4763	31.7718	25.9644

Waardes met verskillende letters in dieselde kolom verskil betekenisvol (P<0.05) van mekaar

¹ Berekening volgens die metode van kleinste kwadrate deur die volgende model te pas:

$$p = a + b(1 - e^{-ct})$$

² Is bereken met behulp van die volgende vergelyking:

$$P = a + \frac{bc}{c + k} \quad \text{waar } k = 0.02, k = 0.05, k = 0.08$$

Tabel 4.3 Die *in situ*-resultate vir DM- en RP-degradeerbaarheid van SBOKM en FSBOKM by skape wat 'n luserndieet ontvang

Proteïen-bron	Nie-liniëre parameters ¹				Effektiewe degradering ² (%) by fraksionele uitvloeiempo van		
	a	b	C	R ²	0.02/h	0.05/h	0.08/h
DM-degradeerbaarheid							
FSBOKM	14.07	76.73	0.02	0.95	51.05	35.05	28.72
SBOKM	37.75	37.73	0.11	0.86	68.24	61.78	57.71
RP-degradeerbaarheid							
FSBOKM	9.21	101.61	0.02	0.94	56.97	35.95	27.79
SBOKM	55.40	38.88	0.15	0.82	87.15	80.96	77.06
RP-degradeerbaarheid wat aangepas is 'n veragingsfase ³							
FSBOKM	14.20	96.62	0.02	0.94	57.22	38.08	30.75
Veragingsfase is 2.85 uur							

¹ Berekening volgens die metode van kleinste kwadrate deur die volgende model te pas:

$$p = a + b(1 - e^{-ct})$$

² Is bereken met behulp van die volgende vergelyking:

$$P = a + \frac{bc}{c + k} \quad \text{waar } k = 0.02, k = 0.05, k = 0.08$$

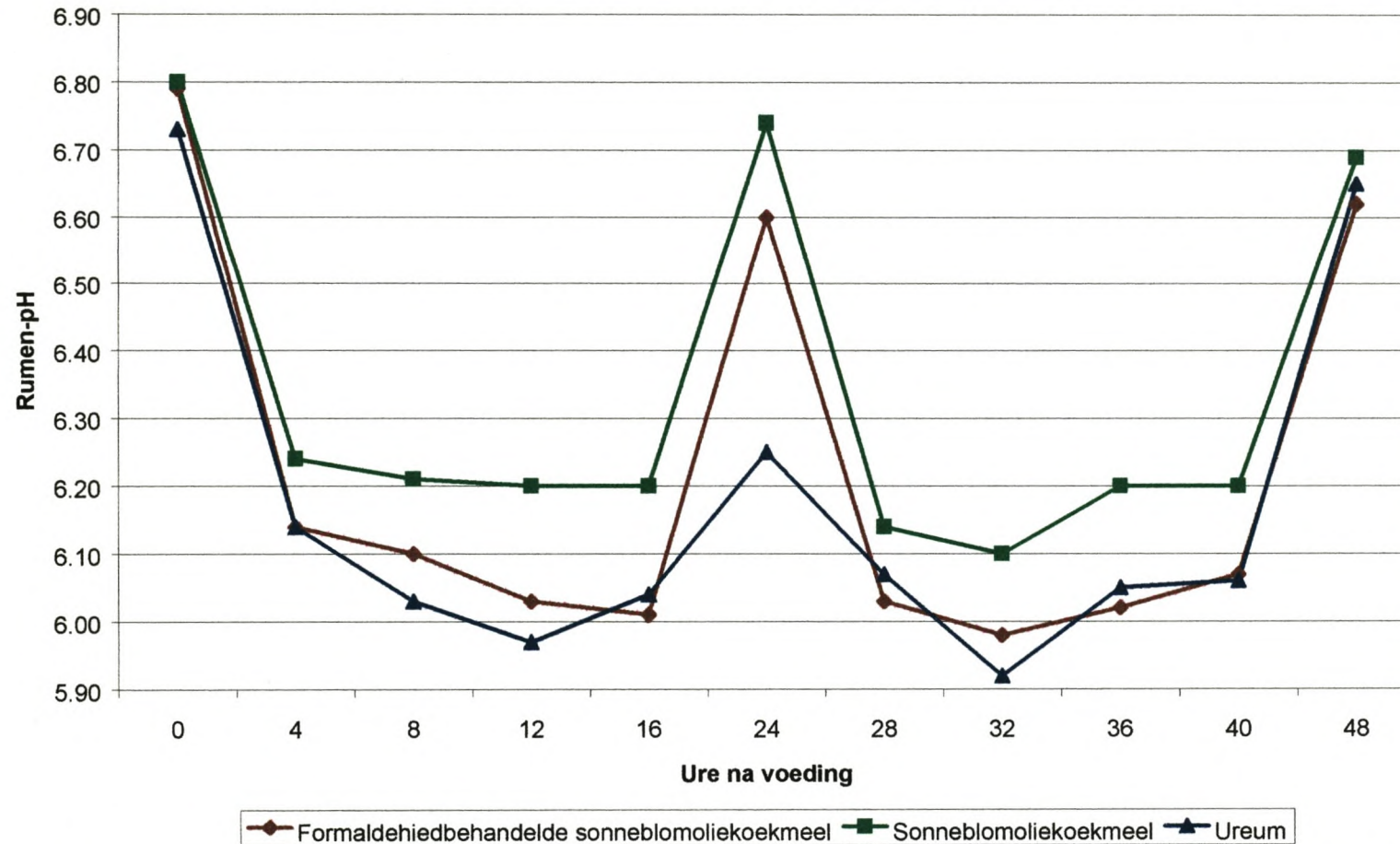
³ Die veragingsfase (L) is met behulp van die volgende bepaal:

a' is geneem as die deel wat oplos

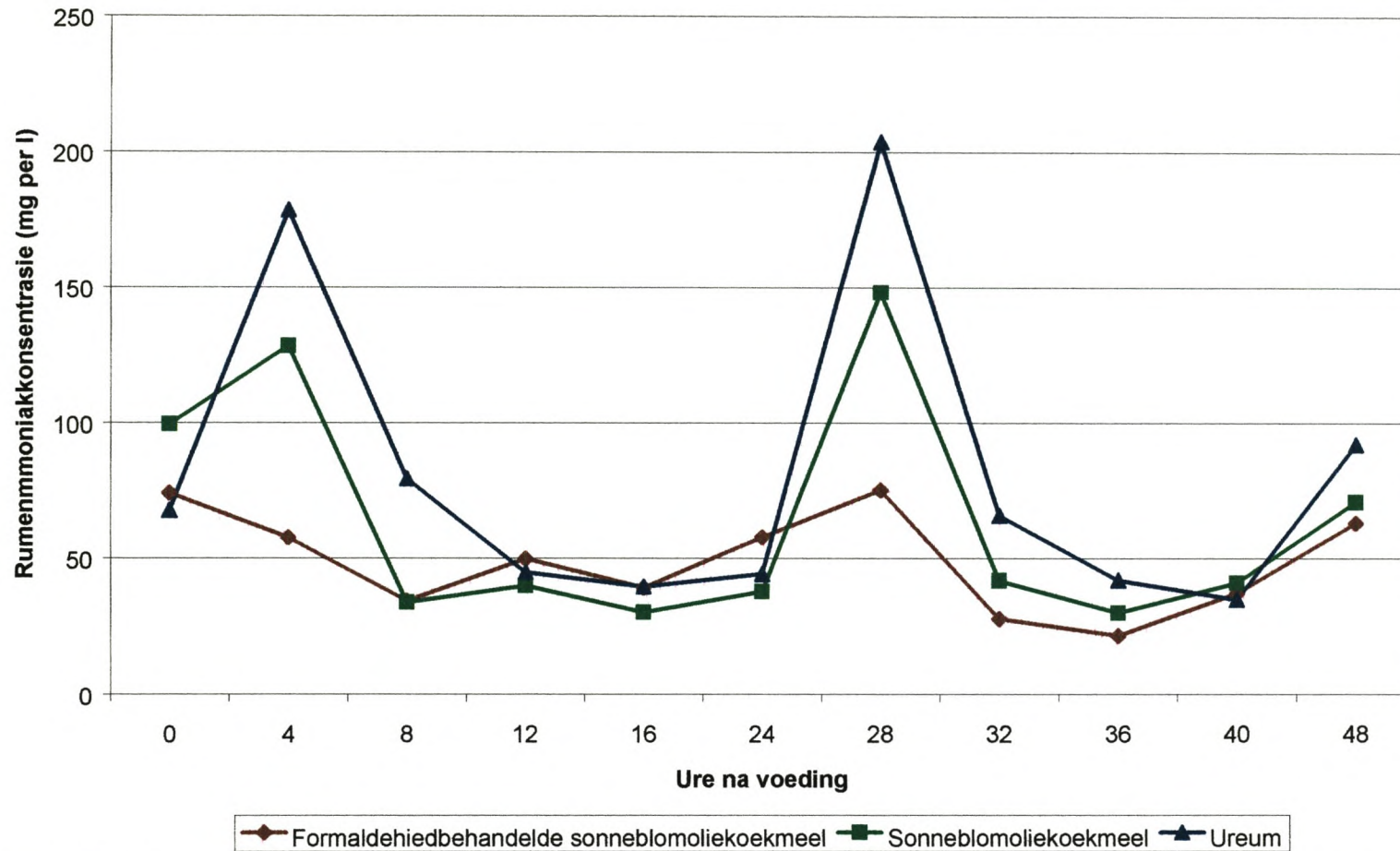
b' is bepaal deur (a + b) - a'

$$p = a' + b' (1 - e^{-ct})$$

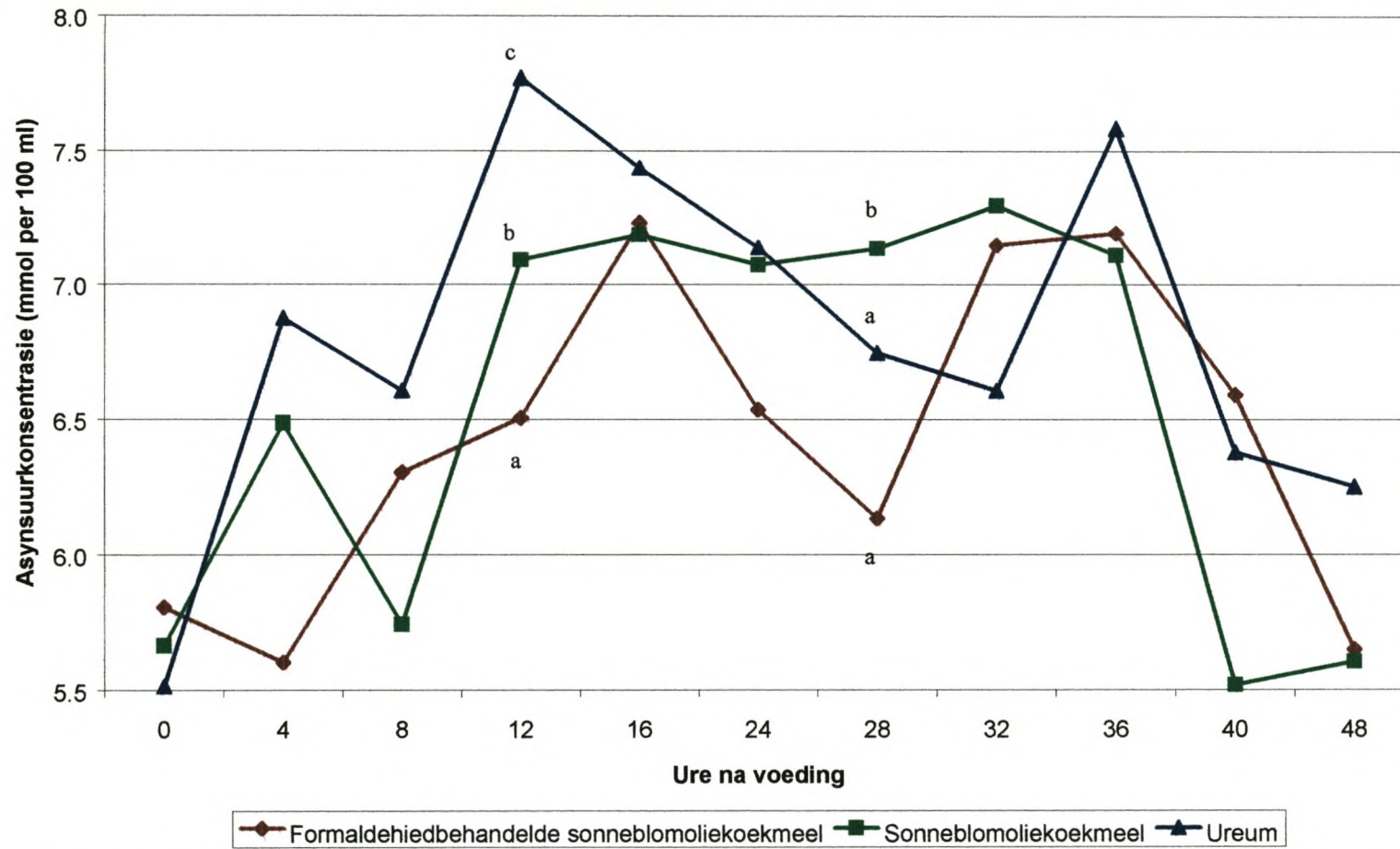
$$L = \frac{1}{c} \times \ln \left[\frac{b}{(a + b - a')} \right]$$



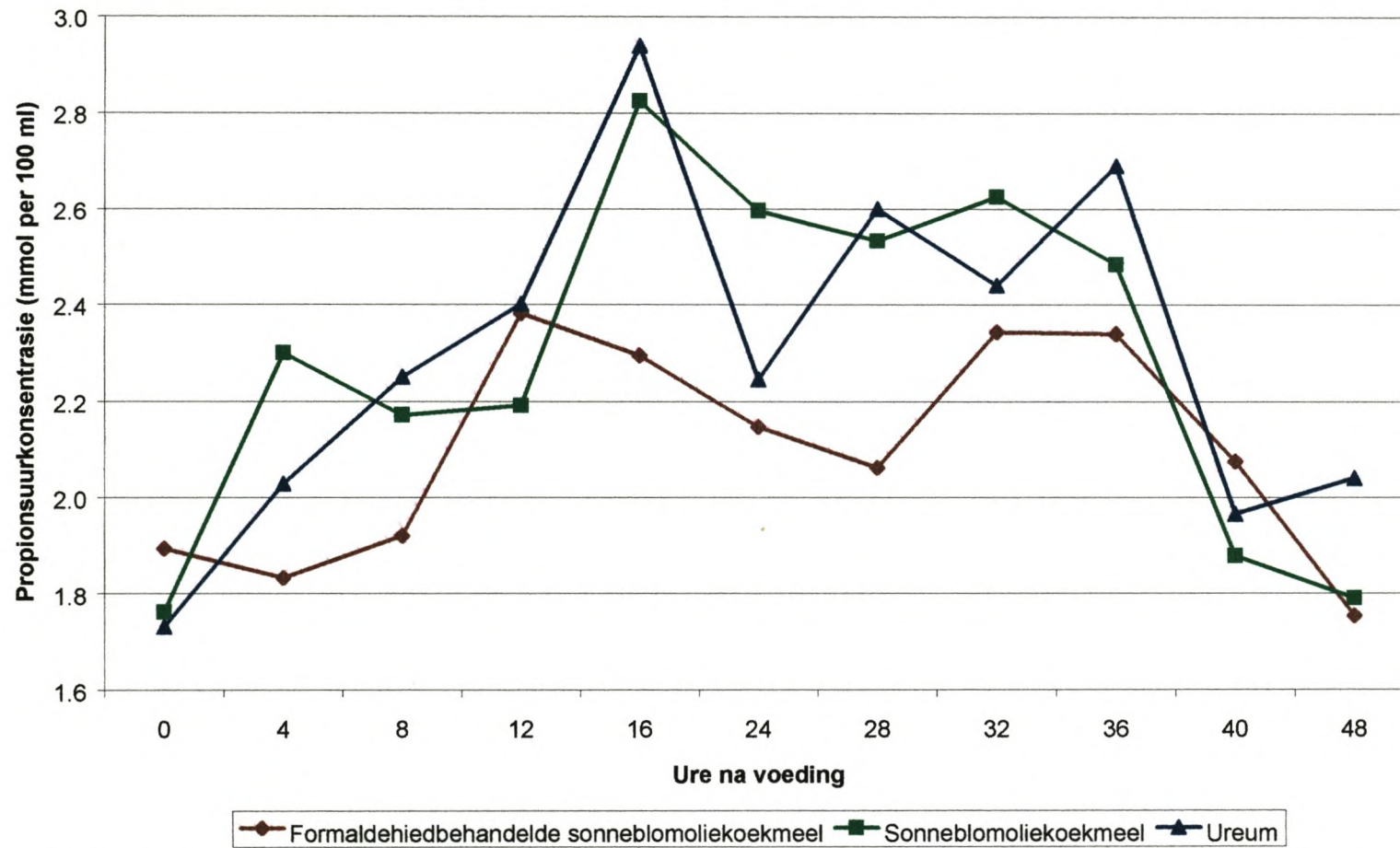
Figuur 4.1 Die invloed van proteïenaanvulling op die pH van die rumenvloeistof van Dohne merinohamels wat 'n lae kwaliteit diëet ontvang



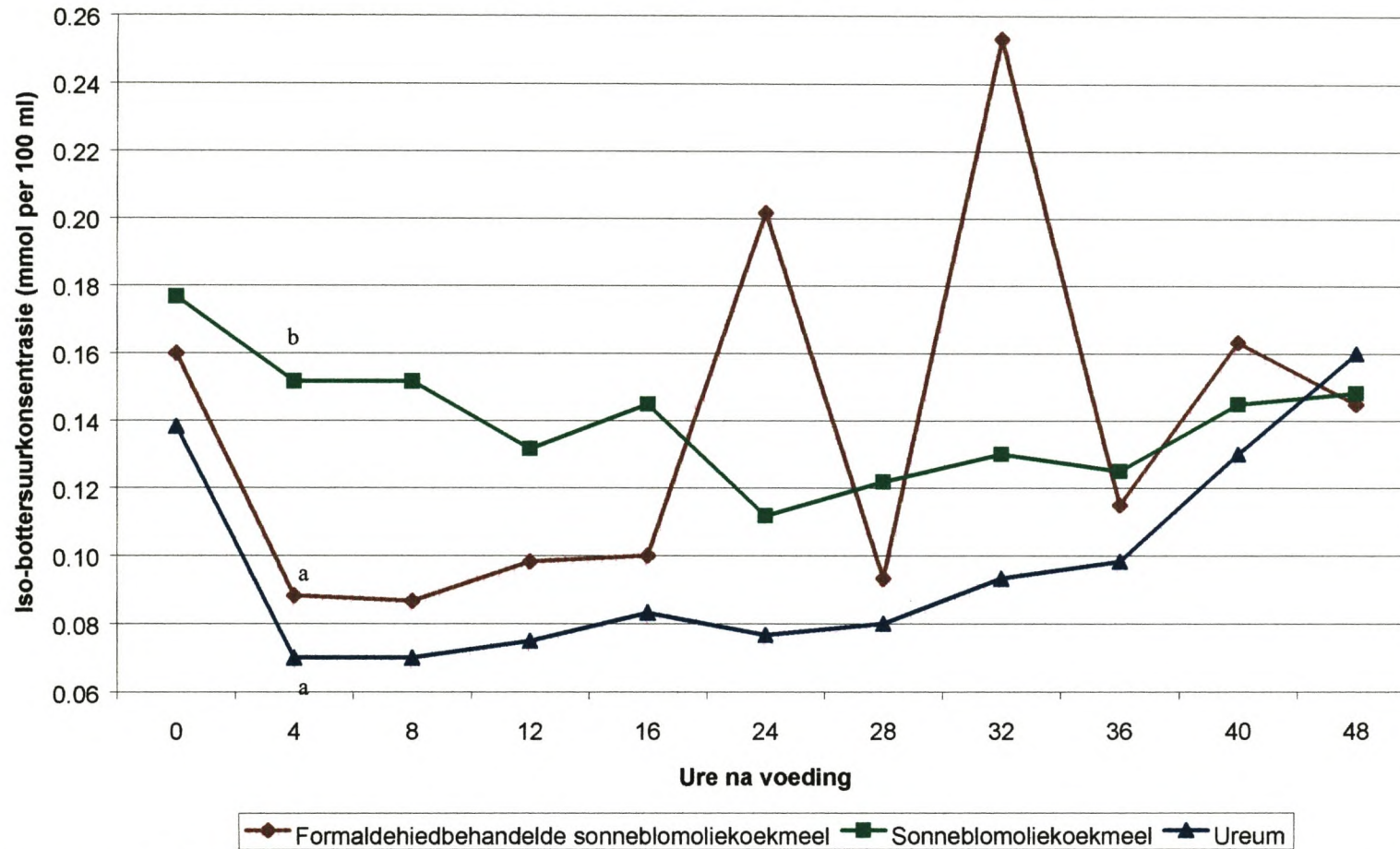
Figuur 4.2 Die invloed van proteïenaanvulling op die ammoniakkonsentrasie van die rumenvloeistof van Dohné merinohamels wat 'n lae kwaliteit dieet ontvang



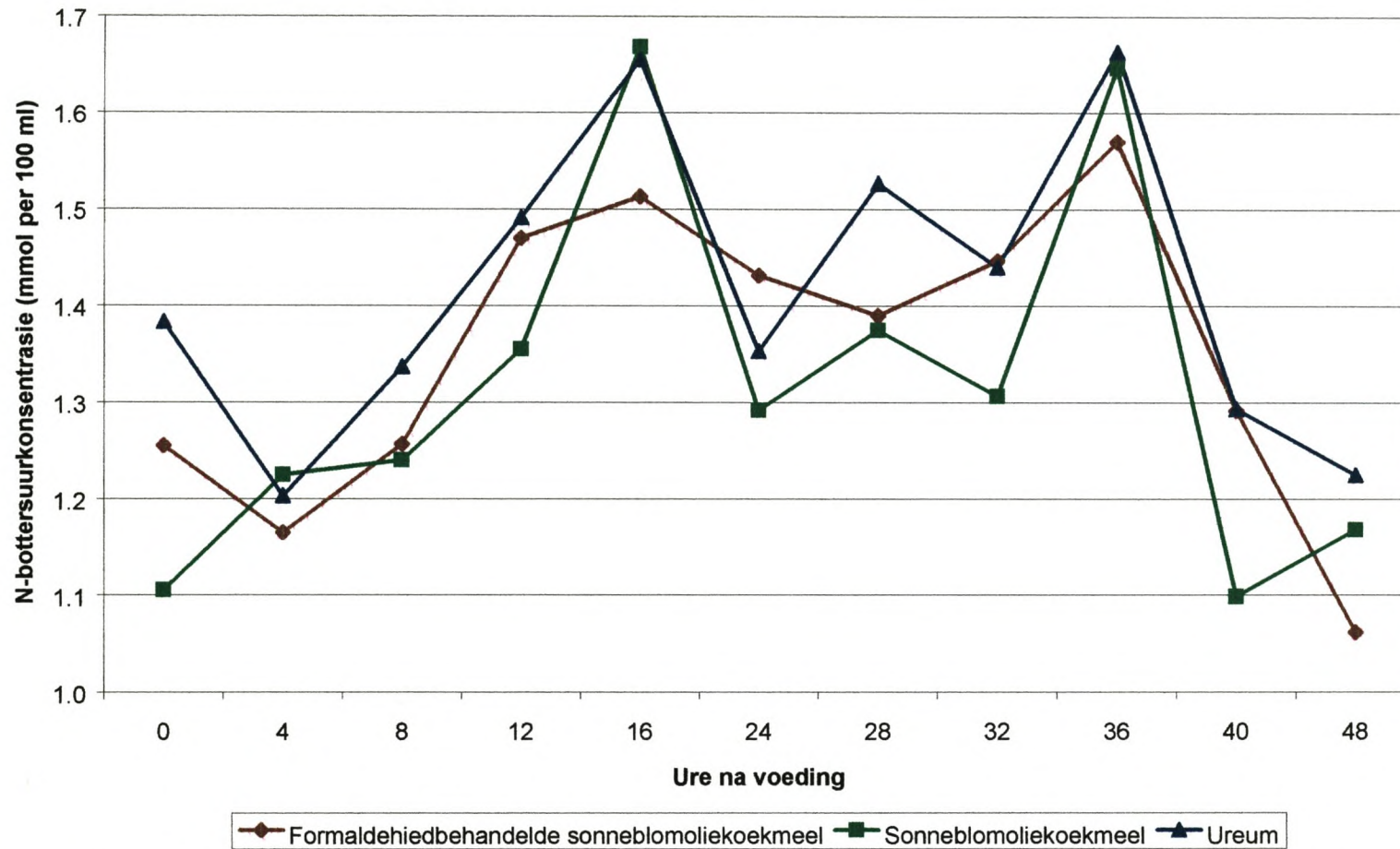
Figuur 4.3 Die invloed van proteïenaanvulling op die asynsuurkonsentrasie van die rumenvloeistof van Dohné merinohamels wat 'n lae kwaliteit dieet ontvang



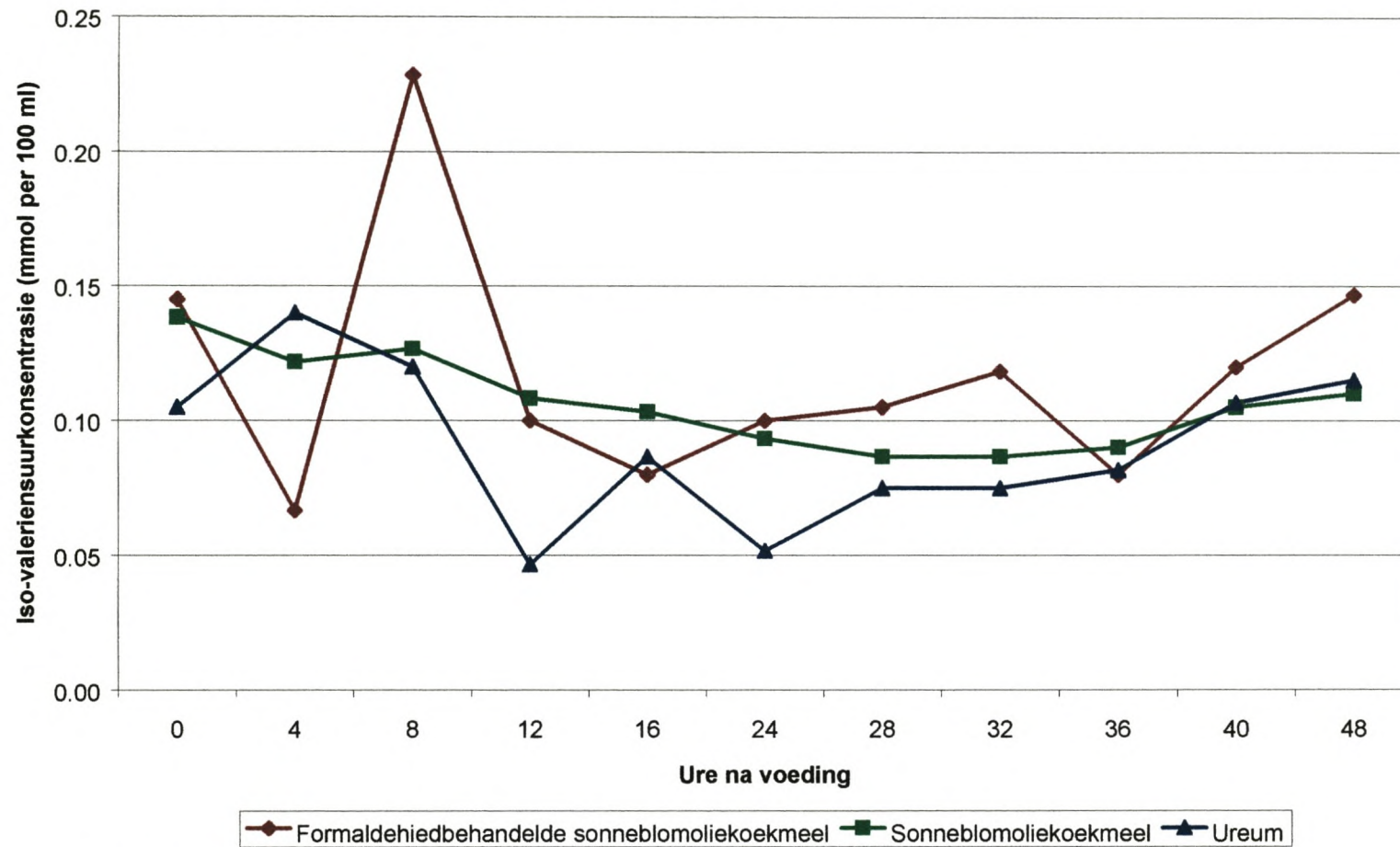
Figuur 4.4 Die invloed van proteïenaanvulling op die propionsuurskonsentrasie van die rumenvloeistof van Dohné merinohamels wat 'n lae kwaliteit dieet ontvang



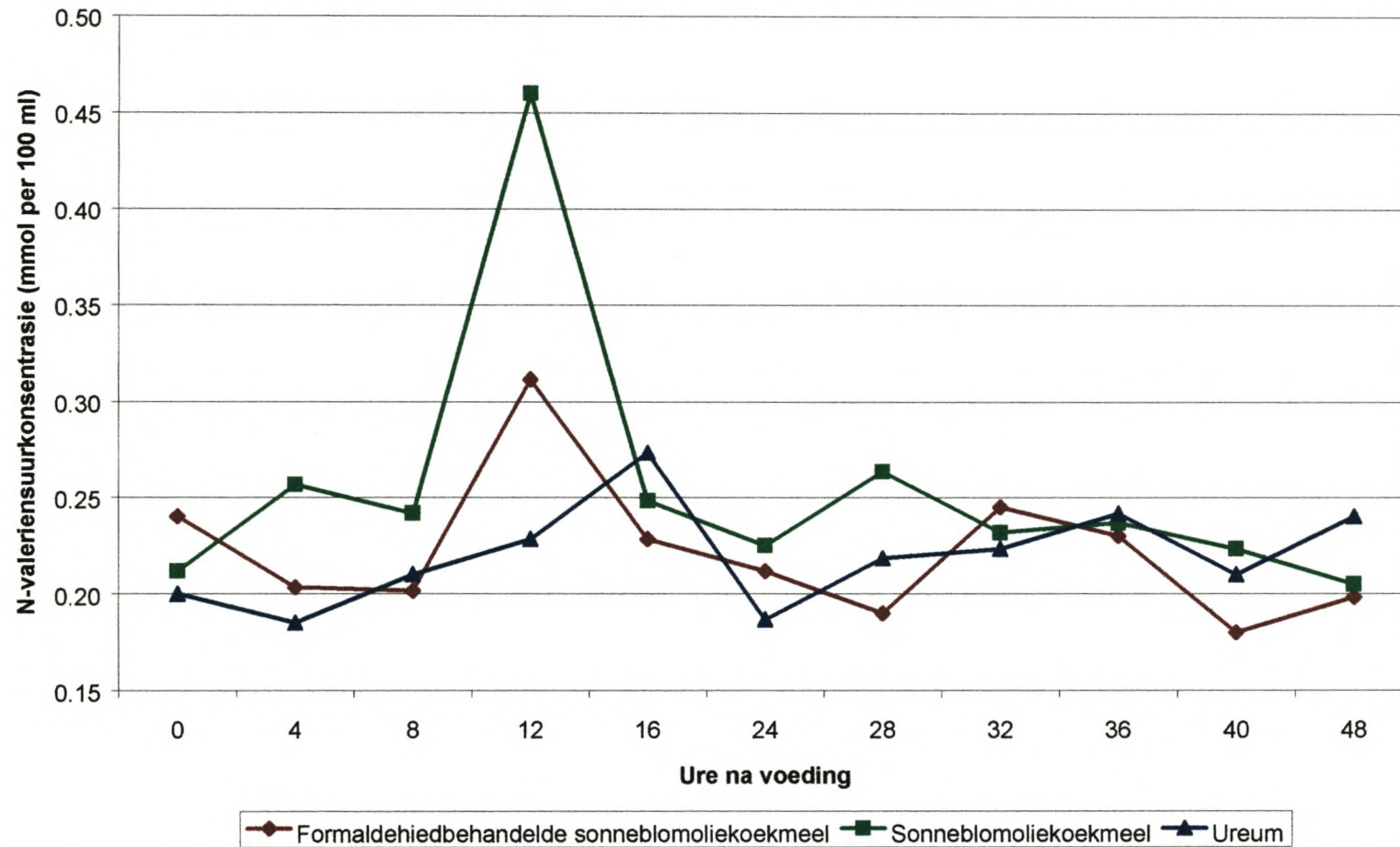
Figuur 4.5 Die invloed van proteïenaanvulling op die Iso-bottersuurkonsentrasie van die rumenvloeistof van Dohné merinohamels wat 'n lae kwaliteit dieet ontvang



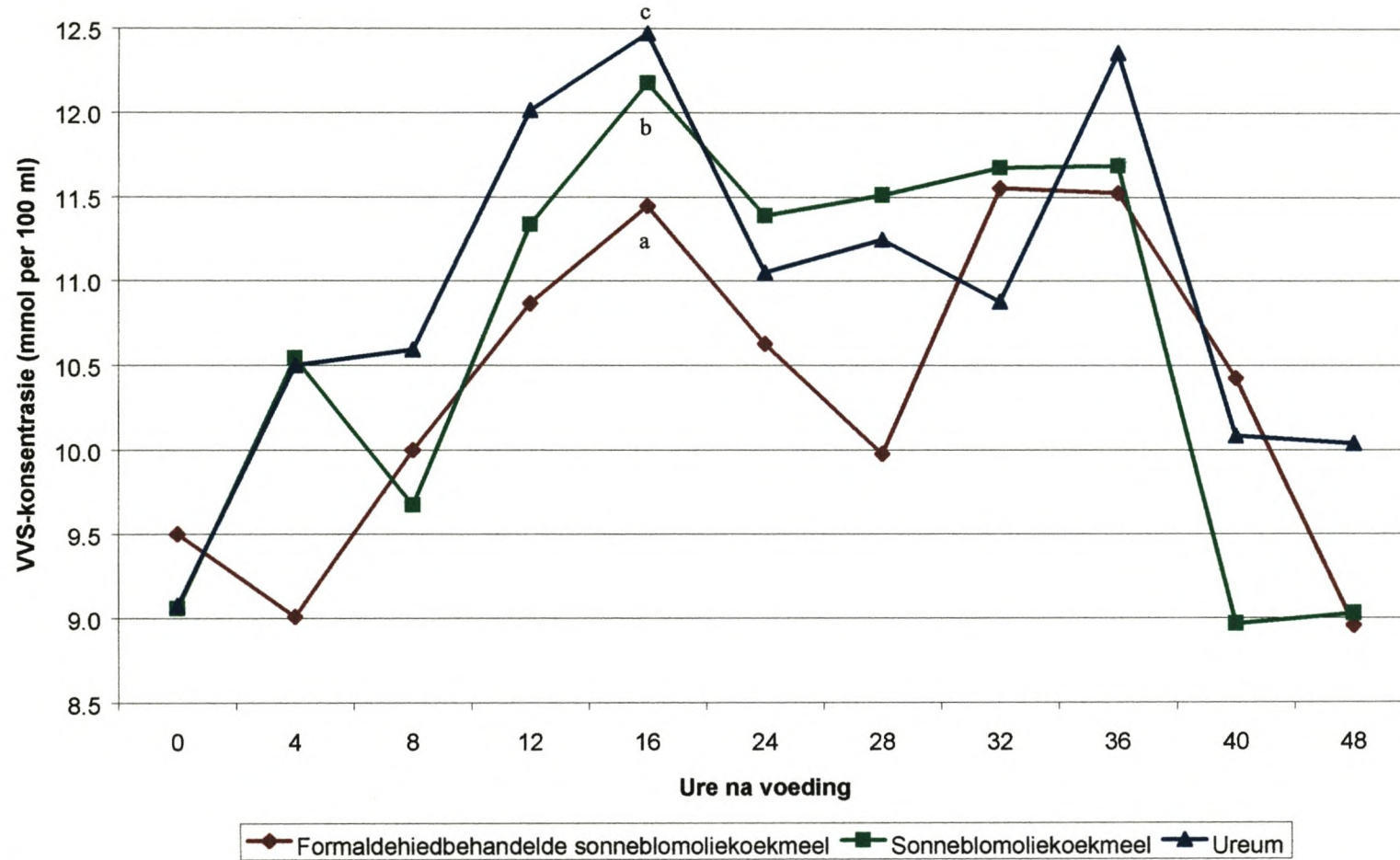
Figuur 4.6 Die invloed van proteïenaanvulling op die N-bottersuurkonsentrasie van die rumenvloeistof van Dohné merinohamels wat 'n lae kwaliteit dieet ontvang



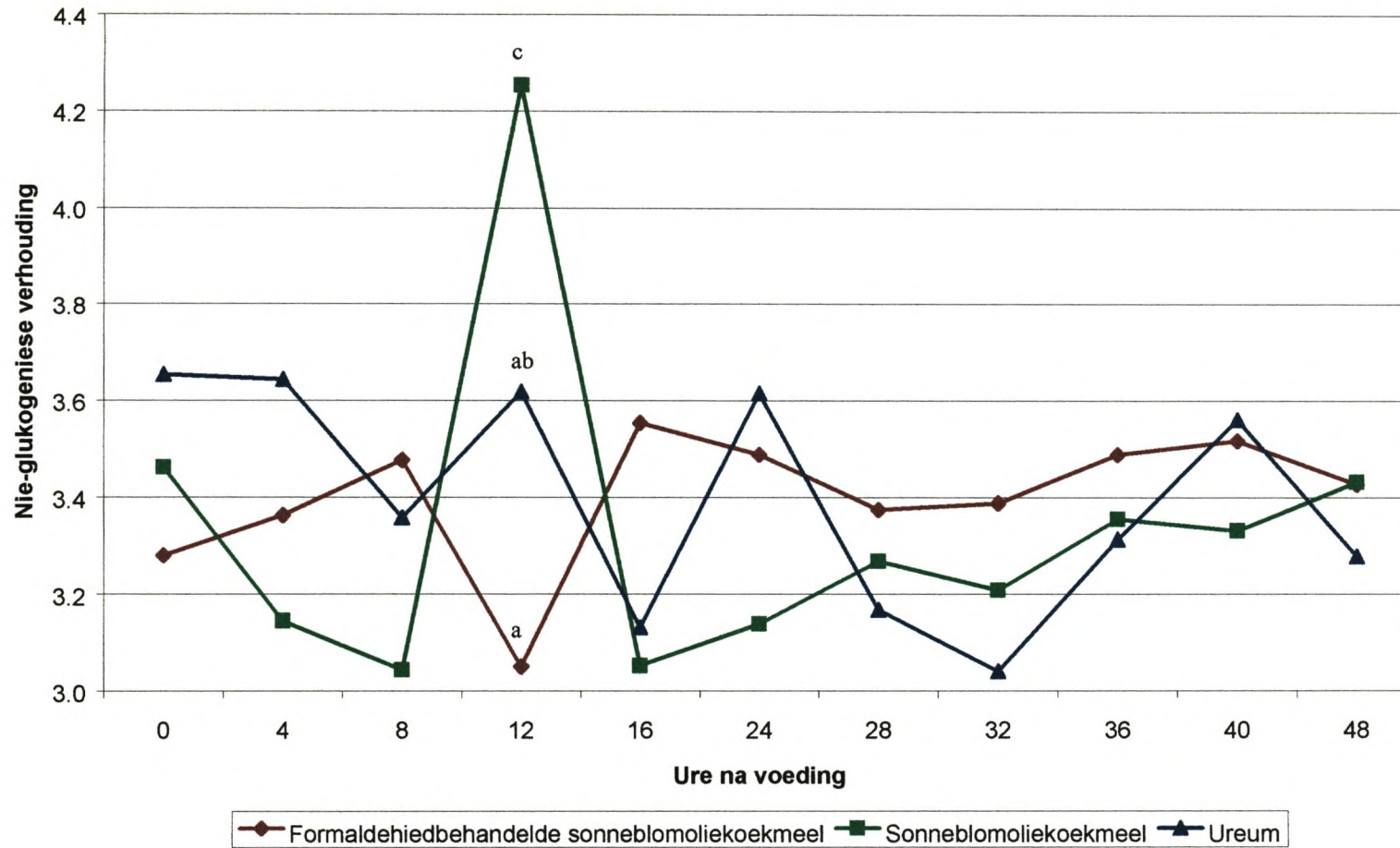
Figuur 4.7 Die invloed van proteïenaanvulling op die Iso-valeriensuurkonsentrasie van die rumenvloeistof van Dohné merinohamels wat 'n lae kwaliteit dieet ontvang



Figuur 4.8 Die invloed van proteïenaanvulling op die N-valeriensuurkonsentrasie van die rumenvloeistof van Dohné merinohamels wat 'n lae kwaliteit dieet ontvang



Figuur 4.9 Die invloed van proteïenaanvulling op die VVS-konsentrasie van die rumenvloeistof van Dohné merinohamels wat 'n lae kwaliteit dieet ontvang



Figuur 4.10 Die invloed van proteïenaanvulling op die nie-glukogeniese verhouding van VVS van Dohné merinohamels wat 'n lae kwaliteit dieet ontvang

Hoofstuk 5

Algemene gevolgtrekking

Strooigebaseerde diëte (bv. op stoppellande) kan dus nie voldoen aan die voedingsbehoefde van die jong skaap vir vleis- en wolproduksie nie. Selfs met die aanvulling van gars met 'n aanvullingsvlak van 1.1% van liggaamsmassa saam met 'n verskeidenheid van proteïen- en aminosuurbronne kan die verlies van liggaamsmassa wel verminder word, maar produksievlakke bly laag.

Deur 'n hoë rumendegraderbare natuurlike proteïenbron soos SBOKM aan te vul word geen voordeel met die DM-verteerbaarheid van strooi in vergelyking met NPN- (ureum) aanvulling verkry nie. Die pH, rumen ammoniakkonsentrasie en totale vlugtige vetsuurkonsentrasie is nie wesenlik beïnvloed deur die aanvulling van 'n hoë rumendegraderbare natuurlike proteïenbron nie. Alhoewel DM-inname met SBOKM-aanvulling verhoog is, is geen verbetering ($P > 0.05$) in enige van die produksieparameters verkry nie. Dit is slegs bloedureumkonsentrasie wat verhoog ($P < 0.05$) is met SBOKM-aanvulling in vergelyking met ureumaanvulling. Deur SBOKM met formaldehyd teen 'n peil van 0.86 g per 100g proteïen te behandel, is geen verdere voordeel op enige van die produksieparameters verkry nie.

Die aanvulling van lae rumendegraderbare natuurlike proteïenbron (FSBOKM) is die DM-verteerbaarheid van strooi in vergelyking met hoë rumendegraderbare natuurlike proteïenbron (SBOKM) nie beïnvloed nie. Die pH, rumen-ammoniakkonsentrasie en totale vlugtige vetsuur konsentrasie is nie wesenlik beïnvloed deur die aanvulling van FSBOKM teenoor SBOKM nie. Die mate waartoe die effektiewe degradeerbaarheid van RP met formaldehydbehandeling van SBOKM verlaag is by die behandelingspeil van 0.86 g per 100 g proteïen by 'n strooigebaseerde dieet is moontlik baie laer as wat bepaal is by degradeerbaarheid Studie 2 waar skape op 'n luserndieet was. Dit is daarom

moontlik die rede waarom daar nie verskille was in rumenparameters tussen die SBOKM en FSBOKM-behandelings nie.

Met die lae fraksionele uitvloeiempo wat geassosieer word met 'n strooigebaseerde dieet is die voordeel wat verkry word by 'n lae peil van formaldehydbehandeling min. Dit sal dus voordelig wees om die peil van formaldehydbehandeling te verhoog onder kondisies wanneer skape swak kwaliteit ruvoer soos strooi vreet. Die optimale peil van 0.86 g formaldehyd per 100 g proteïen soos deur Sales (1991) bepaal is, is moontlik te laag. Hierdie is moontlik die rede waarom 'n swak respons op groei en wolproduksie verkry is met die formaldehydbehandeling van SBOKM.

Deur die aanvulling van FSBOKM in vergelyking met ureum is DM-inname en liggaamsmassatoename verhoog. Dit het egter ook gepaard gegaan met 'n verhoging in die veseldikte. Die effektiewe degradering van gars en strooi is egter nie beïnvloed nie en die effek op rumenparameters was ook nie konstant nie. Daarom kan geargumenteer word dat die verhoging in produksie (Hoofstuk 2) as gevolg van die voorsiening van aminosure in die laer SVK is. Hierdie waarneming word ondersteun deur die effek op wolproduksie met MMM-aanvulling.

Wanneer proteïen aangevul word by 'n dieet wat uit swak kwaliteit ruvoer bestaan, moet eerstens voldoende N vir optimale rumenfunksie aangevul word. Die koste-effektiwiteit van die N-bron sal 'n rol in die keuse van N-bron speel. Daarna moet beskermde proteïen aangevul word vir verhoogde produksie, indien dit koste-effektief is. Met die huidige studie is min voordeel met SBOKM teenoor ureum verkry en wanneer 'n tekort aan verteerbare N voorkom, sal die aanvulling van NPN voldoende wees om rumenfunksie te optimaliseer.

Met die huidige studie is min voordele met die aanvulling van 'n laag rumendegraderbare natuurlike proteïenbron (FSBOKM) verkry met 'n vlak van 0.86 g formaldehydbehandeling per 100 g proteïen. Die vlak van formaldehydbehandeling van

verskillende proteïenbronne moet ook spesifiek geëvalueer word asook onder toestande waar skape swak kwaliteit ruvoer benut. Die formaldehydkonsentrasie wat gebruik word om natuurlike proteïenbronne teen degradering te beskerm word dus deur verskeie faktore (proteïenbron se degradeerbaarheid, uitvloeiempo, basale dieet, ens.) bepaal. Dit is dus van kardinale belang dat dit in ag geneem word met die vasstelling van die formaldehydkonsentrasie vir optimale beskerming van hoogs degradeerbare natuurlike proteïenbron.

Indien stoppellande min groen opslag en vermorsde graan bevat is daar 'n groot moontlikheid dat skape in 'n negatiewe energiebalans is. Onder hierdie omstandighede waar skape in 'n negatiewe energiebalans is, is dit meer koste-effektief om ureum aan te vul as proteïenbronne soos SBOKM en FSBOKM (soos in hierdie studie gebruik is). Goeie resultate met wolproduksie en liggaamsmassatoename by skape op 'n lae kwaliteit ruvoer word volgens die literatuur verkry met aanvulling van proteïen wat nie in die rumen afbreek nie. Geskikte bronne van proteïen moet dus onder omstandighede waar skape 'n lae kwaliteit ruvoer ontvang, evalueer word.

Verwysings

SALES, J., 1991. Bepaling van die optimum formaldehydbehandelingspeil vir die behandeling van plantaardige proteïenbronne en die invloed daarvan op die produksie van volwasse Merinohamels. M.Sc.-tesis, Universiteit van Stellenbosch